

Rautatiesiltojen yleiset laatuvaatimukset (SYL-R)



RATAHALLINTOKESKUS
BANFÖRVALTNINGSCENTRALEN

Ratahallintokeskuksen
julkaisuja D 17

Rautatiesiltojen yleiset laatuvaatimukset (SYL-R)

Helsinki 2006

Ratahallintokeskus

Ratahallintokeskuksen julkaisuja D 17

ISBN 952-445-130-1

ISSN 1456-1220

Kannen ulkoasu: Proinno Design Oy, Sodankylä

Kansikuva: Esko Matela

Paino: VR Kirjapaino, Hyvinkää

Julkaisu pdf-muodossa: www.rhk.fi

Julkaisun myynti: VR Kirjapaino, os. PL 48, 05821 Hyvinkää ja puh. 0307 25 874

Helsinki 2006



1.3.2006

RAUTATIESILTOJEN YLEISET LAATUVAATIMUKSET SYL-R

Ratahallintokeskus on hyväksynyt Rautatiesiltojen yleiset laatuvaatimukset SYL-R.
Voimassa 15.3.2006 lukien

Ylijohtaja



Ossi Niemimuukko

Rataverkko-osaston johtaja



Markku Nummelin

Korvaa Rautatiesiltojen yleiset laatuvaatimukset (SYL-R) 15.5.2003, Ratahallintokeskuksen
julkaisu D 13

ESIPUHE

Rautatiesiltojen yleiset laatuvaatimukset SYL-R käsittelee sillanrakennuksen yleisiä laatuvaatimuksia rautatiesilloille. Ohje laadittiin v. 2003 tarkentamaan Tiehallinnon vastaavia Sillanrakentamisen yleisiä laatuvaatimuksia (SYL) rautatiesiltojen vaatimusten mukaisiksi. Ohjeessa on ilmoitettu vain poikkeamat ja täsmennykset Tiehallinnon SYL-ohjeisiin.

Julkaisun toimitustyö tehtiin Ratahallintokeskuksen ohjauksessa ja työryhmässä olivat mukana Harri Yli-Villamo Ratahallintokeskuksesta sekä Seppo Hakala, Esko Matela, Vilho Roos, Teuvo Tiilikainen ja Janne Wuorenjuuri Oy VR-Rata Ab:stä.

Tiehallinto on päivittänyt sillanrakentamisen laatuvaatimuksensa vuoden 2005 lopulla, joten myös SYL-R on päivitetty vastaamaan uusia Tiehallinnon ohjeita. Päivityksestä vastasi Oy VR-Rata Ab:n Rautatiesuunnittelu.

Helsingissä, maaliskuussa 2006

Ratahallintokeskus
Rataverkko-osasto

SISÄLLYSLUETTELO

| | |
|--|----|
| 1 YLEINEN OSA..... | 7 |
| 1.1 Yleistä..... | 7 |
| 1.1.1 Soveltaminen..... | 7 |
| 1.1.3 Lyhenteet..... | 7 |
| 1.1.4 Käsitteet | 7 |
| 1.1.5 Asiakirjat ja niiden sitovuus..... | 8 |
| 1.1.6 Tuotantosuunnitelmat..... | 8 |
| 1.1.7 Pysyvien rakenteiden suunnitelmat ja niiden muuttaminen..... | 9 |
| 1.2 Laatuvaatimukset..... | 9 |
| 1.2.2 Sillan sijainti | 9 |
| 1.2.2.1 Sillan sijainti pystytasossa | 9 |
| 1.2.2.2 Sillan sijainti vaakatasossa | 9 |
| 1.2.3 Yleistä | 9 |
| 1.2.7 Sillan jännemitta ja vapaa-aukko | 9 |
| 1.2.10 Pystysuoran ja vinon rakenneosan kaltevuus | 9 |
| 1.3 Laadunhallinta | 10 |
| 1.3.1 Yleistä | 10 |
| 1.3.3 Resurssit..... | 10 |
| 1.3.3.1 Henkilöstö..... | 10 |
| 1.4 Laadunvarmistus..... | 10 |
| 1.4.8 Kelpoisuuden osoittaminen ja sillan laaturaportti..... | 10 |
| 1.4.8.1 Yleistä..... | 10 |
| 1.6 Vanhojen rakenteiden suojele ja purkaminen | 10 |
| 1.7 Siltapaikan rakenteet ja viimeistelytyöt | 11 |
| 1.8.2 Töiden järjestely..... | 11 |
| 1.8.3 Työturvallisuus..... | 11 |
| 2 MAA- JA POHJARAKENTEET, RAUTATIESILLAT | 12 |
| 2.1 Yleistä..... | 12 |
| 2.1.1 Soveltamisalue, lyhenteet ja noudatettavat asiakirjat | 12 |
| 2.1.3 Tekniset työsuunnitelmat..... | 13 |
| 2.1.7 Työnaikaiset tarkastukset ja kelpoisuuden osoittaminen..... | 13 |
| 2.2 Alustavat työt..... | 14 |
| 2.3 Kaivu- ja louhintatyöt..... | 14 |
| 2.3.1 Soveltamisalue | 14 |
| 2.3.2 Tekninen työsuunnitelma | 14 |
| 2.3.3 Kaivantojen laatuvaatimukset..... | 14 |
| 2.3.3.2 Kaivantojen tukeminen..... | 14 |
| 2.3.3.3 Kaivutyöt | 15 |
| 2.3.3.5 Räjäytys- ja louhintatyöt..... | 17 |
| 2.4 Täytöt..... | 17 |
| 2.4.1 Soveltamisalue | 17 |
| 2.4.2 Tekninen työsuunnitelma | 17 |
| 2.4.3 Täyttöjen laatuvaatimukset | 17 |
| 2.4.3.1 Täyttö perustusten alla..... | 17 |
| 2.4.3.2 Sillan peruskuopan ja taustan täyttö | 17 |
| 2.4.4 Täyttöjen kelpoisuuden osoittaminen | 18 |

| | |
|--|----|
| 2.4.101 Sillan päiden siirtymärakenteet | 18 |
| 2.7 Maapohjan vahvistukset | 18 |
| 2.8 Lyöntipaalutukset | 19 |
| 2.8.1 Soveltamisalue | 19 |
| 2.8.4 Lyöntipaalutustyön tekninen työsuunnitelma | 19 |
| 2.8.5 Lyöntipaalutustyön laatuvaatimukset | 19 |
| 2.9 Suurpaalutukset | 19 |
| 2.9.1 Soveltamisalue | 19 |
| 2.9.4 Suurpaalutustyön tekninen työsuunnitelma | 19 |
| 2.9.5 Suurpaalutustyön laatuvaatimukset | 20 |
| 2.9.6 Suurpaalutustyön kelpoisuuden osoittaminen | 21 |
| 3 BETONIRAKENTEET, RAUTATIESILLAT | 23 |
| 3.1 Yleistä | 23 |
| 3.1.1 Soveltaminen | 23 |
| 3.1.3 Käsitteet, merkinnät ja lyhenteet | 23 |
| 3.2 Rakenneosakohtaiset vaatimukset ja ohjeet | 23 |
| 3.2.1 Peruslaatat ja pengerlaatat | 23 |
| 3.2.1.1 Sijainti | 23 |
| 3.2.1.5 Pinnat | 23 |
| 3.2.2 Pääty- ja välituet | 24 |
| 3.2.2.5 Pinnat | 24 |
| 3.2.3 Päälysrakenne | 24 |
| 3.2.3.4 Pinnat | 24 |
| 3.2.7 Maanvastaisen betonipinnan kosteuseristys | 24 |
| 3.2.7.1 Yleistä | 24 |
| 3.3 Materiaalit | 25 |
| 3.3.1 Betoni | 25 |
| 3.3.1.1 Osa-aineet | 25 |
| 3.3.1.6 Dokumentointi | 25 |
| 3.3.10 Muut teräsosat | 25 |
| 3.4 Työn suoritus | 25 |
| 3.4.2 Telineet ja muotit | 25 |
| 3.4.2.3 Telineiden ja muottien purkaminen | 25 |
| 3.4.4 Betonityöt | 26 |
| 3.4.4.4 Betonointi | 26 |
| 3.4.4.5 Työsaumojen tekeminen ja käsittely | 26 |
| 3.4.4.6 Betonipintojen jälkihoito, viimeistely ja suojaus | 26 |
| 3.4.5 Massiivisten rakenteiden betonointi | 27 |
| 3.4.5.1 Suunnitelma | 27 |
| 3.4.5.2 Laadunvalvonta | 27 |
| 3.4.6 Betonointi kylmällä säällä | 27 |
| 3.4.7 Vedenalainen betonointi | 27 |
| 3.4.7.3 Suunnitelma (Menettely A) | 27 |
| 3.4.8 Ruiskubetonointi | 28 |
| 3.4.8.1 Suunnitelma | 28 |
| 3.4.8.2 Kalusto | 28 |
| 3.4.101 Betonipintojen impregnointi, pinnoitus tai laatoitus | 28 |

| | |
|---|----|
| 4 TERÄSRAKENTEET, RAUTATIESILLAT | 30 |
| 4.1 Yleistä..... | 30 |
| 4.1.1 Soveltamisalue | 30 |
| 4.1.3 Käsitteet, merkinnät ja lyhenteet..... | 30 |
| 4.2 Aineet ja tarvikkeet..... | 30 |
| 4.2.5 Muut aineet ja tarvikkeet | 30 |
| 4.3 Rakenneosat..... | 31 |
| 4.3.1 Yleistä | 31 |
| 4.3.1.1 Valmistussuunnitelma | 31 |
| 4.3.3 Hitsausliitokset..... | 31 |
| 4.3.3.1 Hitsien laatuvaatimukset..... | 31 |
| 4.3.3.6 Hitsaaminen | 31 |
| 4.3.3.9 Vaatimustenmukaisuus, dokumentointi ja raportointi..... | 31 |
| 4.3.4 Pulttiliitokset | 31 |
| 4.3.4.2 Tarvikkeet..... | 31 |
| 4.3.5 Kitkaliitokset..... | 32 |
| 4.3.5.5 Liittimien kiristäminen | 32 |
| 4.3.7 Kokoonpano | 32 |
| 4.3.7.4 Väliaikaiset kiinnitykset | 32 |
| 4.5 Pintakäsittely | 32 |
| 4.5.1 Yleistä | 32 |
| 4.5.1.3 Pinnoitteiden yleiset laatuvaatimukset | 32 |
| 4.5.2 Pintakäsittelyn työsuunnitelma | 32 |
| 4.5.2.1 Suunnitelman muoto ja sisältö..... | 32 |
| 4.5.2.2 Hyväksyttävät pinnoitteet | 33 |
| 4.5.6 Muut menetelmät | 33 |
| 4.5.6.101 Rautatiesiltojen tukikerroksen alla olevat pinnat | 33 |
| 4.101 Työ- ja ympäristönsuojelu..... | 33 |
| 4.101.1 Työsuojelu..... | 33 |
| 4.101.2 Ympäristönsuojelu | 33 |
| 5 PUURAKENTEET, RAUTATIESILLAT | 34 |
| 5.1 Yleistä..... | 34 |
| 5.1.1 Soveltaminen..... | 34 |
| 5.1.3 Lyhenteet..... | 34 |
| 5.3 Puurakennetyöt..... | 34 |
| 5.3.3 Syrjälankkukansi..... | 34 |
| 5.3.4 Liimapuinen elementtikansi..... | 34 |
| 5.3.6 Jätepuutavaran hävittäminen..... | 35 |
| 6 KANNEN PINTARAKENTEET, RAUTATIESILLAT | 36 |
| 6.1 Yleistä..... | 36 |
| 6.1.1 Soveltamisalue | 36 |
| 6.1.3 Käsitteet ja lyhenteet..... | 36 |
| 6.2 Vedeneristys | 36 |
| 6.2.3 Betonikannen eristys | 36 |
| 6.2.3.1 Yleistä..... | 36 |
| 6.2.3.2 Eristysalustalle asetettavat vaatimukset | 37 |
| 6.2.3.3 Kermieristys..... | 37 |

| | |
|--|----|
| 6.2.3.4 Mastiksieristys | 38 |
| 6.2.3.5 Nestemäisenä levitettävät eristykset | 38 |
| 6.2.3.6 Muu eristys | 38 |
| 6.2.3.101 Polymeeripitoinen laastipinnoite | 39 |
| 6.2.3.102 Polymeerisementtibetoni | 40 |
| 6.2.4 Teräskannen eristys | 40 |
| 6.2.4.3 Mastiksieristys | 40 |
| 6.2.4.4 Nestemäisinä levitettävät eristykset | 40 |
| 6.2.4.5 Kermieristys | 41 |
| 6.3 Eristyksen suojaus | 41 |
| 6.3.3 Suojabetoni | 41 |
| 7 VARUSTEET JA LAITTEET, RAUTATIESILLAT | 42 |
| 7.1 Yleistä | 42 |
| 7.1.1 Soveltamisalue | 42 |
| 7.2 Liikuntasauamat | 42 |
| 7.2.1 Yleiset laatuvaatimukset | 42 |
| 7.2.2 Asennus | 43 |
| 7.2.2.3 Liikuntasauimalaitteet | 43 |
| 7.3 Laakerit ja nivelet | 43 |
| 7.3.1 Yleiset laatuvaatimukset | 43 |
| 7.6 Suojalaitteet | 44 |
| 7.6.1 Kaiteet ja johteet | 44 |
| 7.6.1.2 Laatuvaatimukset | 44 |
| 7.6.3 Muut suojalaitteet | 45 |
| 7.7 Muut varusteet ja laitteet | 46 |
| 7.7.3 Tippuputket | 46 |
| 7.7.4 Pintavesiputket | 46 |
| 7.7.6 Salaojat | 46 |
| 7.7.7 Kaapeliputket, -hyllyt ja kaapelikanavat | 46 |
| 7.7.101 Tukikerroksen katkaisulaite | 46 |
| 7.7.102 Sillan maadoitus | 47 |
| 7.7.102.1 Yleistä | 47 |
| 7.7.102.2 Rakenteet ja materiaalit | 47 |
| 7.7.102.3 Hitsaus | 48 |
| 7.7.102.4 Sähköiset vaatimukset | 48 |
| 7.7.102.5 Maadoituksen tarkastus | 49 |
| 7.7.102.6 Dokumentointi | 49 |
| 7.7.102.7 Ohjeista poikkeaminen | 50 |
| VIITTEET | 51 |

LIITELUETTELO

- | | |
|---------|--|
| Liite 1 | SYL 2-R L1 Radan lähellä tehtävien maa-, pohja- ja kalliorakennustöiden työturvallisuussuunnitelmassa huomioitavat asiat |
| Liite 2 | SYL 3-R L1 Uusien betonirakenteiden pinnoitustyyppit |
| Liite 3 | SYL 4-R L1 Rautatiesiltojen suositeltavat maalausjärjestelmät |
| Liite 4 | SYL 4-R L2 Pintakäsittelyn laaturaportti, yhteenveto liitteenä olevasta kelpoisuusaineistosta |
| Liite 5 | SYL 4-R L3 Pintakäsittelyn laaturaportti, kelpoisuuden yhteenveto |
| Liite 6 | SYL 4-R L4 Pintakäsittelyn seurantakortti |
| Liite 7 | SYL 4-R L5 Silmämääräisen tarkastuksen ja kalvonpaksuusmittauksen pöytäkirja |
| Liite 8 | SYL 4-R L6 Tartuntamittauksen pöytäkirja |

1 YLEINEN OSA

1.1 Yleistä

Tämä ohje on Rautatiesiltojen yleiset laatuvaatimukset (SYL-R). Ohje on laadittu tarkentamaan Tiehallinnon vastaavia SYL 1...7, 2005 ohjeita rautatiesiltojen vaatimusten mukaisiksi.

Tiehallinnon laatimat SYL-ohjeet ovat:

| | |
|-------|------------------------|
| SYL 1 | Yleinen osa |
| SYL 2 | Maa- ja pohjarakenteet |
| SYL 3 | Betonirakenteet |
| SYL 4 | Teräsrakenteet |
| SYL 5 | Puurakenteet |
| SYL 6 | Kannen pintarakenteet |
| SYL 7 | Varusteet ja laitteet |

Tässä ohjeessa on ilmoitettu vain poikkeamat ja täsmennykset Tiehallinnon SYL-ohjeisiin. Tässä ohjeessa noudatetaan samoja otsikko-numeroita kuin edellä mainituissa ohjeissa. Ylimääräiset otsikot numeroidaan alkaen numerosta 101. SYL-ohjeissa mainittu tuotteiden Tiehallinnon hyväksyntä on samalla myös Ratahallintokeskuksen (RHK) hyväksyntä, ellei asiaa ole toisin sanottu.

1.1.1 Soveltaminen

- .1 SYL-R-ohjetta noudatetaan RHK:n rakennuttamien rautatiesiltojen ja rataan liittyvien rakenteiden uudis- ja korjausrakentamisessa. RHK:n omistukseen tulevien tiesiltojen rakentamisen teknillisissä asioissa noudatetaan Tiehallinnon SYL-ohjetta, rakennuttamisasioissa noudatetaan tällöinkin SYL-R-ohjetta.

1.1.3 Lyhenteet

- .1 Tästä Rautatiesiltojen yleisten laatuvaatimusten osasta "Yleinen osa" käytetään lyhennettä SYL 1-R.

1.1.4 Käsitteet

Tässä osassa määritetään vain yleiseen osaan, SYL 1-R, liittyvät käsitteet. Muissa osissa esiintyvät määritelmät esitetään omina kohtina osaluokittain. Aukean tilan ulottuma (ATU) on rautatiealueen tila, jonka sisäpuolella ei saa olla kiinteitä rakenteita tai laitteita. ATUn muoto ja mitat on esitetty RAMO 2:n /1/ liitteessä 2.

Hyödyllinen leveys on vaakasuoraan mitattu ratalinjaa vastaan kohtisuorassa oleva kaiderakenteiden välinen lyhin etäisyys.

Kaide-etäisyys on kaiteen sisäpinnan etäisyys lähimmän raiteen keskinlinjasta.

Kulkukorkeus on kiskon selän ja kuljetusten korkeutta rajoittavien kannen yläpuolisten rakenteiden välinen pienin pystysuora etäisyys.

Päätoteuttaja on pääurakoitsija tai sellaisen puuttuessa tilaaja tai muu osapuoli, joka ohjaa tai valvoo rakennushanketta. Urakalla tehtävässä työssä tilaaja määrää päätoteuttajan, joka on yleensä pääurakoitsija tai rakennuttajakonsultti.

Rakennuttaja on henkilö tai yhteisö, jonka lukuun rakennustyö tehdään ja joka viime kädessä vastaanottaa työn tuloksen, eli on taho, jonka omistukseen silta lopulta jää. Sillan omistajuus määritetään siltasopimuksessa.

Sillan laaturaportti on dokumentti, jolla urakoitsija osoittaa sillan täyttävän kelpoisuus- ja laatuvaatimukset koko sillan osalta. Sillan laaturaportti sisältää myös kunnossapitäjän käyttöön tarkoitetun aineiston. Rautatiesilloilla voidaan sillan laaturaportista käyttää nimitystä sillan kelpoisuuskirja.

Siltasuunnitelma on tiesuunnitelmaa ja radan yleissuunnitelmaa vastaava sillan suunnitelma, joka antaa edellytykset hankkeen hallinnolliselle käsittelylle ja sillan rakennussuunnitelman laatimiselle.

Tilaaja on urakoitsijan sopimuskumppani, joka on tilannut urakasuorituksen. Rautatiesiltojen tilaajana on yleensä RHK.

Toteumapiirustus on piirustus, johon on merkitty rakenteen tai rakenneosan toteutuneet mitat ja muut poikkeamat suunnitelmiin nähden. Toteumapiirustukseen kirjataan nimiön päälle "Näin tehty", päivämäärä ja tilaajan valvojan allekirjoitus. Tilaajan valvoja toimittaa toteumapiirustukset rakennuttajalle arkistoitavaksi. Lisäksi, rakennuttajasta riippumatta, RHK:lle tulee toimittaa kopio rakenteen yleispiirustuksesta sekä kaikki sähköturvallisuuteen liittyvät dokumentit rataympäristöön liittyvistä rakenteista.

1.1.5 Asiakirjat ja niiden sitovuus

- .101 SYL-R-ohjeessa esitetyt vaatimukset ja sitovat tiedot menevät pätevyysjärjestyksessä ohjeissa SYL 1...7 esitettyjen vastaavien vaatimusten ja tietojen edelle, kun kyse on rautatiesilloista.

1.1.6 Tuotantosuunnitelmat

- .2 Tuotantosuunnitelmat ja niiden muutossuunnitelmat toimitetaan tilaajan hyväksyttäväksi.

1.1.7 Pysyvien rakenteiden suunnitelmat ja niiden muuttaminen

- .2 Pysyvien rakenteiden ja niiden muutosten suunnitelmat ja suunnitelma-muutokset toimitetaan RHK:n tai sen valtuuttaman organisaation hyväksyttäväksi. Pysyvien rakenteiden rakennusaikaiset suunnitelmat ja suunnitelmamuuutokset tulee olla RHK:n hyväksymiä.

1.2 Laatuvaatimukset

1.2.2 Sillan sijainti

1.2.2.1 Sillan sijainti pystytasossa

- .1 Rautatiesilloilla sillan sijainnin sallittu poikkeama pystytasossa on ± 20 mm hylkäysrajan ollessa ± 40 mm.

1.2.2.2 Sillan sijainti vaakatasossa

- .1 Alikulkusiltojen ja alikäytävien vaakatason sijainnin sallittu poikkeama on 20 mm ja hylkäysraja on 40 mm.
- .2 Jos silta rakennetaan ennen kuin radan päällysrakenne sillan molemmin puolin on rakennettu, sillan sijainti tarkastetaan vaakatasossa runko-pisteiden suhteen. Jos silta rakennetaan sen jälkeen, kun radan päällysrakenne on tehty, ts. radan lopullinen sijainti vaakatasossa tunnetaan, tarkistetaan sillan sijainti toteutuneen ratalinjan suhteen.

1.2.3 Yleistä

- .1 Lisäksi rautatiesilloilla kaide-etäisyyden sallittu poikkeama on +40 mm ja -10 mm. Hylkäysraja on vastaavasti +80 mm ja -20 mm.
- .2 Lisäksi kaide-etäisyys mitataan kapeimmalta kohdalta.

1.2.7 Sillan jännemitta ja vapaa-aukko

- .2 Lisäksi ylikulkusilloissa aukean tilan ulottumaa ei saa alittaa.

1.2.10 Pystysuoran ja vinon rakenneosan kaltevuus

- .2 Lisäksi kaltevuus mitataan pinnasta tai särmästä, joka on lähinnä alimenevän radan keskilinjaa.
- .101 Aukean tilan ulottumaa ei saa alittaa.

1.3 Laadunhallinta

1.3.1 Yleistä

- .2 Siltaurakoissa käytetään yleensä Tiehallinnon luokittelemia siltaurakoitsijoita, jolloin urakoitsijoilta edellytetään arvioitua Tiehallinnon hyväksymää laatupolitiikkaa ja laatujärjestelmää sekä työn vaativuutta vastaavaa suorituskkyä ja luotettavuutta sekä kokemusta rautatieympäristöstä.

Myös RHK voi tehdä siltaurakoitsijoiden sekä aliurakoitsijoiden luokittelua vaativuusryhmiin ja muutoksia luokitteluryhmien välillä.

- .101 Sillan urakkaohjelmassa määritellään kyseisen siltaurakan edellyttämä vaatimustaso ja urakointimenettelytapa.

1.3.3 Resurssit

1.3.3.1 Henkilöstö

- .4 Siltaurakoitsijoiden tai siltaurakan toteutusta valvovan organisaation henkilöstön pätevyys kuten siltapätevyys, koulutus, kokemus ja ammattitaito on osoitettava RHK:n hyväksymällä tavalla. RHK:n vaatimat pätevyudet on esitetty ohjeessa Ratatyöntekijöiden pätevyysvaatimukset /2/.

1.4 Laadunvarmistus

1.4.8 Kelpoisuuden osoittaminen ja sillan laaturaportti

1.4.8.1 Yleistä

- .3 Urakoitsija laatii jokaisesta siltatyöstä jäljempänä esitettyjen vaatimusten ja ohjeiden mukaisen sillan laaturaportin.
- .4 Urakan valmistuttua urakoitsija luovuttaa sillan laaturaportin tilaajan valvojalle, joka tarkastettuaan ja allekirjoitettuaan laaturaportin toimittaa sen arkistoitavaksi rakennuttajalle eli sillan omistajalle.

1.6 Vanhojen rakenteiden suojele ja purkaminen

- .101 Mikäli on vaara, että vanhan, paikalleen jäävän rakenteen mahdolliset liikkeet aiheuttavat riskin junaliikenteelle tai muulle turvallisuudelle, urakoitsijan on tehtävä siitä suunnitelma ja mittaushjelma, jotka RHK:n tai sen valtuuttaman organisaation tulee hyväksyä ennen tuenta- tai suojaustoimenpiteiden aloittamista. RHK tai sen valtuuttama organisaatio määrittelee sallitut siirtymät ja kaikista ylityksistä on ilmoitettava tilaajan valvojalle, joka ilmoittaa niistä RHK:lle toimenpiteitä varten.

1.7 Siltapaikan rakenteet ja viimeistelytyöt

- .3 Toteumapiirustuksiin merkitään siltapaikalle jätettyjen työnaikaisten rakenteiden sijainnit taso- ja leikkauspiirustuksissa. Nykyisten ja tulevien raiteiden kohdalta on poistettava työnaikaiset rakenteet, kuten tukiseinät ja työnaikaiset paalut, kokonaan tai vähintään tason radan kv-1,0 m yläpuolisilta osin.

1.8.2 Töiden järjestely

- .1 Lisäksi
– työmaan vieritse kulkevan yleisen liikenteen vaatimukset.

1.8.3 Työturvallisuus

- .9 Rataan vaikuttava työ ja työskentely rautatiealueella edellyttävät RHK:n lupaa.

2 MAA- JA POHJARAKENTEET, RAUTATIESILLAT

2.1 Yleistä

Tässä ohjeen osassa on ilmoitettu poikkeamat ja täsmennykset Tiehallinnon siltoja koskeviin maa- ja pohjarakenteiden laatuvaatimuksiin, SYL 2, Maa- ja pohjarakenteet, Tiehallinto 2005. Tämän ohjeen numerointi vastaa SYL 2:n numerointia ja tässä ohjeessa olevat kohdat täydentävät tai korvaavat SYL 2:n vastaavat kohdat.

Maa-, pohja- ja kalliorakennustöistä laaditaan aina työkohtainen työselitys, joka noudattaa SYL 2 nimikkeistöä.

2.1.1 Soveltamisalue, lyhenteet ja noudatettavat asiakirjat

- .1 Tätä osaa rautatiesiltojen yleisistä laatuvaatimuksista käytetään tehtäessä rautatiesiltojen maa- ja pohjarakennustöitä. Lisäksi noudatetaan soveltuvien osin ohjeissa SYL 1, SYL 2, SYL 3 ja SYL 4 esitettyjä vaatimuksia ja ohjeita.
- .2 Tiehallinnon ohjeen "Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset" (TYLT) sijasta rautatieympäristön maa- ja pohjarakentamisessa noudatetaan radan osalta RHK:n ohjetta "Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset" RMYTL /4/, osat 1...6. Alittavan/ ylittävän väylän osalta noudatetaan TYLT:iä.
- .3 Rautatiesiltojen maarakennustöissä noudatetaan soveltuvien osin junaturvallisuuteen ja rakentamiseen liittyen seuraavia ohjeita:
 - Junaturvallisuussääntö /5/
 - Sähköratamääräykset /6/
 - Ratatekniset määräykset ja ohjeet, RAMO /1/
 - Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset RMYTL /4/.
- .101 Rautatiesiltojen rakentamisen erityispiirteitä ovat apusiltojen käyttö ja sillan siirtomenetelmä. Näiden maa- ja pohjarakennustöistä on laadittava erilliset suunnitelmat työselityksineen. Siirrettävän sillan ja apusillan erityispiirre on rakentaminen lyhyiden raidevarausten aikana. Näiden rakentamiseen liittyviä erityispiirteitä on esitetty 'Rautatiesiltojen suunnitteluohjeet RSO' osassa 5, Sillan rakentaminen liikennöidylle raiteelle /29/.
- .102 Tästä sillanrakentamisen laatuvaatimusten osasta Maa- ja pohjarakenteet, rautatiesillat voidaan käyttää lyhennettä SYL 2-R.

2.1.3 Tekniset työsuunnitelmat

- .1 Työsuunnitelmilla on oltava RHK:n hyväksyntä ennen töiden aloittamista. SYL 1.4.4 kohdassa lueteltujen asioiden lisäksi teknisessä työsuunnitelmassa on esitettävä:
 - tarkat aikataulut kaikista raidevarauksia vaativista työvaiheista
 - varajärjestelmien suunnitelmat ja niiden käyttö.
- .2 Liikennöitävällä raiteella, lyhyillä liikennekatkoilla tehtävistä maa-rakennustöistä laaditaan työsuunnitelma, jossa esitetään:
 - työvaiheet
 - tuntiaikataulu massamääriin ja työsaavutukseen perustuen, mistä käy ilmi kriittinen polku
 - kaluston määrä ja sijoittelu
 - massojen siirrot.

Ellei suunnitelma-asiakirjoissa muuta mainita, laaditaan erilliset tekniset työsuunnitelmat ainakin seuraavista töistä:

- kaivannot
- räjäytys- tai louhintatyöt
- täytöt perustusten alla
- työnaikaiset padot
- paalutustyöt
- lopullinen kannen siirtosuunnitelma perustamistapoineen, sivusiirto- ja pystytunkkaussuunnitelmineen sekä siirtoradan rakenteiden kapasiteetilaskelmat
- paalutustyön työtelineet ja työkoneet sekä
- uivan kaluston käyttö
- työnaikaiset pysyviksi tarkoitetut tukiseinät
- työnaikainen pohjavedenpinnan alennus.

Kaikki kaivu- ja tuentasuunnitelmat esitetään työvaiheittain ja niiden tulee perustua laskelmiin.

- .101 Kaikista työvaiheista urakoitsijan on laadittava turvallisuussuunnitelma, jossa on otettava huomioon mm. liitteessä SYL 2-R L1 sekä ohjeessa Työntekijöiden turvaaminen liikenteenalaisilla radoilla suoritettavissa radanpitotöissä /7/ (VR 5223) esitetyt asiat.

2.1.7 Työnaikaiset tarkastukset ja kelpoisuuden osoittaminen

- .1 Työnaikaisissa tarkastuksissa ja kelpoisuuden osoittamisessa sekä niihin liittyvissä dokumentoinneissa noudatetaan SYL 1.4.7 määräysten ja ohjeiden lisäksi RMYTL:ssä esitettyjä laatuvaatimuksia..

2.2 Alustavat työt

- .101 Alustavia töitä ovat myös tarvittavista raidevarauksista ja jännitekatkoista sopiminen.
- .102 Alustavat työt tehdään noudattaen ohjetta RMYTL osa 2, Alustavat työt /4/.

2.3 Kaivu- ja louhintatyöt

2.3.1 Soveltamisalue

- .2 Kaivu- ja louhintatöissä noudatetaan:
 - Suomen Rakennusinsinöörien Liitto r.y:n julkaisema Rakennus-kaivanto-ohje RIL 181–1989 /8/
 - RMYTL osa 6, Kalliorakennustyöt /4/
 - Tuettujen kaivantojen suunnittelu, rakentaminen ja rakentamisen valvonta rautatiealueiden kaivantotöissä /9/
 - Louhintatöiden sallitut tärinäärvot sähköistetyllä radalla /10/.

2.3.2 Tekninen työsuunnitelma

- .1 Rautatieympäristössä kaikista tuettavista kaivannoista ja kaikista louhintatöistä on laadittava ohjeen tarkoittama tekninen työsuunnitelma.
- .2 Teknisessä työsuunnitelmassa tulee esittää SYL 2.3.2.2 kohdassa esitettyjen asioiden lisäksi:
 - sivussa rakennettavan kannen sijoittaminen liikennöitävään rataan nähden
 - kaivannon luiskien ja tukiseinien geotekniset mitoituslaskelmat.
- .101 Liikennöitävällä raiteella, lyhyillä liikennekatkoilla tehtävistä kaivutöistä laaditaan ohjeen SYL-2R kohdan 2.1 mukainen tekninen työsuunnitelma.

2.3.3 Kaivantojen laatuvaatimukset

2.3.3.2 Kaivantojen tukeminen

- .1 Kaivantojen tuennassa on otettava huomioon ATU- ja sähköratamääräykset, jännitekatkot ja raidevaraukset. Kaivantosuunnitelma tulee hyväksyttävä RHK:n valtuuttamalla tarkastajalla. Suunnitelmat tulee toimittaa tarkastettavaksi kaksi viikkoa ennen toteutusta varten varattua liikenne- ja jännitekatkoa.
- .101 Tuentasuunnitelmassa on otettava huomioon kaikissa työvaiheissa ATU ja tukirakenteiden sijainti kannen eri osien suhteen.

- .102 Raidevarausten aikana tehtävässä tukiseinän asennuksessa tulee aina varautua myös päältä lyövän kaluston käyttöön.

Siirrettävissä silloissa tukiseinä sijoitetaan yleensä raiteiden väliin tai pölkyn päähän. Yleisin tukiseinätyyppi on yläpäästään vastapontteihin tuettu teräsponttiseinä. Noin kolmen metrin kaivussyvyydellä pontteja ei yleensä tarvitse lyödä ponttiin tukiseinän poiston helpottamiseksi. Seinään jääneet raot tiivistetään hitsaamalla teräslevyllä rako umpeen.

Rakennettaessa tukiseinää erittäin tiiviiseen, kiviseen tai lohkaraiseen maahan ensisijainen tukiseinätyyppi on settiseinä. Settiseinä rakennetaan ohjeen 'Tuettujen kaivantojen suunnittelu, rakentaminen ja rakentamisen valvonta rautatiealueiden kaivantoissa' /9/ mukaan.

Mikäli halutaan käyttää teräsponttiseinää, on valittava riittävän jäykkä ponttityyppi, joka kestää lyönnin kiviseen maahan. Suunnitelmien mukaisen teräspontin upotussyvyyden saavuttaminen on osoitettava ATUn ulkopuolella tehtävällä koeponnituksella.

Apusiltakaivannoissa seinä tuetaan suunnitelman edellyttämiltä tasoilta kaivun edistymisen mukaan sisäpuolisia tukia tai ulospäin ankuroituja tukia käyttäen. Tukiseinää ei saa tukea apusiltarakenteisiin kuin poikkeustapauksessa. Jos seinämän on oltava vesitiivis, tiivistetään kallioon ulotettavien teräsponttiseinien juuri kaivannon sisäpuolelle maankaivun jälkeen valettavalla teräsbetonipalkilla tai muulla sopivalla tavalla. Seinään jääneet raot tiivistetään hitsaamalla teräslevyllä rako umpeen.

Edellisen pontin vajoaminen seuraavaa lyötäessä estetään esim. hitsaamalla tai käyttämällä pontin yläpäässä jarrukappaleina pieniä passiivipukkitukia.

- .103 Vastapontteja on oltava vähintään kaksi/ankkuri. Vetotankojen sijoittelussa ja asentamisessa on otettava huomioon, etteivät ne haittaa radan kunnossapitotöitä eivätkä vaikuta radan turvalaitetekniikkaan. Ankkurit ja vetotangot koevedetään Rakennuskaivanto-ohjeen /8/ mukaisesti.
- .104 Urakoitsijan on laadittava työvaiheista turvallisuussuunnitelma.

2.3.3.3 Kaivutyöt

- .1 Rautatieympäristön vaatimus on, että karkearakeisessa kitkamaassa kaivanto voidaan lyhytaikaisesti tehdä Kv-tasolta 1,8 m:n etäisyydeltä liikennöidyn raiteen keskeltä kaltevuuteen 1:1,5. Jyrkemmät luiskat on tehtävä raidevarauksen aikana tai ne on tuettava. Hienorakeisissa maa-lajeissa kaivuluiska on suunniteltava tapauskohtaisesti.

- .2 Kaivumassojen läjitys on lisäksi tehtävä niin etäälle, ettei se haittaa sillan siirron muita työvaiheita.
- .6 Lisäksi:
Siirrettävien siltojen taustapaalurakenteiden kaivu tehdään paalutuksen jälkeen. Kun paalut lyödään noin 1 m:n välein, kaivukauhan tulee olla kapea. Paalujen välistä kaivu on suoritettava erittäin varovasti, jotta paaluja ei vaurioiteta.

2.3.3.4 Kaivannon kuivanapito

- .1 Lisäksi:
Apusillan alla tehtävien kehäsiltojen kohdalla kaivannot ovat useimmiten syviä ja niiden perustus- ja kaivutyöt tehdään suunnitelman mukaan joko kuivatyönä tai vedenalaisena työnä.
- .101 Mikäli pohjavedenpinnan alentaminen toteutetaan suodatinputkista tai -kaivoista pumppaamalla tai tyhjiömenetelmällä, se on erikseen suunniteltava.

Imukärkien asennus tehdään vesihuuhtelulla kivettömässä siltti- ja hiekkamaassa tai suojaputken avulla poraamalla kivisessä maassa ja moreenissa.

Suodatinputkien ympärys imukärkien osalta täytetään suodatinhiekkalla. Putken yläosa täytetään savella tai muulla tiiviillä materiaalilla ilmatiiviiden saavuttamiseksi.

Käytössä tulee olla varapumppu ja jatkuva valvonta.

Imupumpun tehon tulee olla riittävä arvioitun pumppaustuoton ja nostokorkeuden suhteen.

Pohjaveden pumppaus tulee aloittaa vähintään 2 viikkoa ennen pohjavedenpinnan alapuolelle ulottuvien kaivutöiden aloitusta.

- .103 Yli kuukauden kestävässä pumppauksissa on suunniteltava ympäristön pohjavedenpintojen havainnointi ja muut mahdolliset tarkkailutoimenpiteet.
- .104 Kaivannon pohja ei saa löyhtyä kuivanapidon yhteydessä.

Siirrettävien laattasiltojen työnaikaiset kaivannot ovat suhteellisen matalia. Perustus- ja kaivutyöt tehdään kuivatyönä.

Kuivanapito toteutetaan kaivannosta pumppaamalla ja ojittamalla.

2.3.3.5 Räjätys- ja louhintatyöt

- .1 Räjätys- ja louhintatöissä noudatetaan RMYTL:n osaa 6, Kalliorakennustyöt /4/ ja Louhintatöiden sallitut tärinäarvot sähköistetyllä radalla /10/.
- .101 Radan läheisyydessä tehtäville räjäytystöille on oltava RHK:n lupa.

2.4 Täytöt

2.4.1 Soveltamisalue

- .2 Lisäksi sillan siirrosta rautatieympäristössä tyypillinen täyttö on maanvaraisesti perustetun siirtoradan alapuolelle tehtävä täyttö.

2.4.2 Tekninen työsuunnitelma

- .1 Kaikista maanvaraisten perustusten alle tai siirtorataa varten tehtävistä täytöistä sekä kaikista raidevarausten aikana tehtävistä täytöistä tulee tehdä kohdan 2.1.3.2 mukainen tekninen työsuunnitelma.

2.4.3 Täyttöjen laatuvaatimukset

2.4.3.1 Täyttö perustusten alla

- .3 Louheen maksimiraekoko saa olla enintään 300 mm. Louhetäytön ylin kerros kiilataan ja tiivistetään noudattaen RMYTL:n osaa 3 (Perustamis- ja vahvistamistyöt) ja osaa 5 (Maaleikkaus- ja pengerrystyöt) /4/.
- .7 Pohjamaan ollessa häiriintymisherkkää savea, silttiä tai silttimoreenia alimman kerroksen tiivistämisessä on vältettävä pohjan häiriintymistä. Häiriintymisen estämiseksi perustus kaivetaan 200 mm ylisyväksi ja pohjalle asennetaan suodatinkangas ja 200 mm mursketta. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää vähintään 50 mm:n alusbetonikerrosta.
- .101 Maanvaraisen siirtoradan alla ylin 50 mm:n kerros tehdään kivettömästä hiekasta. Siirtoradan täytön yläpinnan sallittu epätasaisuus on ± 10 mm.

Siirtoradan yläpinta tasataan laudalla hiertäen oikeaan tasoon.

2.4.3.2 Sillan peruskuopan ja taustan täyttö

- .1 Sillan peruskuopan ja sillan taustan täyttö tehdään radan rakennekerrosten alapuolisella osalla tai mahdollisten maanvaraisten telineperustusten kohdalla jakavan kerroksen vaatimukset täyttävästä sorasta, murskeesta tai louheesta ($< \#300$ mm) kerroksittain tiivistäen kuten perustusten alle tehtävä routimaton täyttö.

Siirrettävän siltakannen taustatäytöt tasoon puskupalkin alapinta -100 mm tehdään ennen kannen siirtoa.

- .3 Tien päällysrakenteen alapinnalla tarkoitetaan radan alusrakenteen alapintaa.
- .4 Täyttö ei saa vahingoittaa betonipintoja. Sallittu murskeen tai soran rae-koko on ≤ 64 mm.
- .101 Sillan taustan kaivannon alimpaan kohtaan tehdään rataa nähden poikittainen salaojitus

Tämä esitetään sillan yleispiirustuksessa.

- .102 Routaeristeiden käyttö esitetään siltakohtaisissa suunnitelmissa. Eriste-levynä käytetään polystyreeniä, jonka lämmönjohtavuus on enintään 0,045 W/km, tiheys suurempi kuin 38 kg/m^3 ja joka on freoniton.

2.4.4 Täyttöjen kelpoisuuden osoittaminen

- .101 Raidevarausten aikana tehtävien täyttöjen laadunvalvonta tehdään työtapa-tarkkailuna, jonka on perustuttava RMYTL:n /4/ yleisiin työohjeisiin tai ennakkokokeisiin. Muulloin noudatetaan SYL 2:n ohjeita.

2.4.101 Sillan päiden siirtymärakenteet

- .1 Rautatiesillan päissä pengerrysmuotoillaan siten, että sillan siipimuurin päästä 10 m:n matkalla pengerrysleveys on 4,0 m reunimmaisen raiteen keskilinjasta, minkä jälkeen pengerrysleveys kapenee normaalin radan poikkileikkauksen mukaiseksi seuraavan 5 m:n matkalla.
- .2 Siirtymäkiilan tarve esitetään suunnitelmissa.

2.7 Maapohjan vahvistukset

- .1 Sillan perustusten tai tulopenkereiden kohdalla tehtävien vahvistustöiden yleisinä laatuvaatimuksina käytetään RMYTL:n osaa 3, Perustamis- ja vahvistamistyöt /4/.
- .2 Tällaisia pohjavahvistuksia ovat mm. pengerryspaalutus, pystyjoitus, pudotustiivistys, syvästabilointi, lujitteet ja telat, luiskapaalutus, massan-vaihto ja pengerryskevennykset. Työt tehdään noudattaen RMYTL:n osaa 3 (Perustamis- ja vahvistamistyöt) ja osaa 5 (Maaleikkaus- ja pengerrystyöt) /4/.

2.8 Lyöntipaalutukset

2.8.1 Soveltamisalue

- .2 Rautatieympäristössä noudatetaan myös RMYTL:n osaa 3.

2.8.4 Lyöntipaalutustyön tekninen työsuunnitelma

- .2 Teknisen työsuunnitelman tulee sisältää SYL-R:n kohdassa 2.1.3.2 sekä SYL:n kohdassa 2.8.4.2 mainittujen asioiden lisäksi turvallisuus-suunnitelman. Paalutuskoneeseen asennettavan melusuojausrakenteen tarve esitetään siltakohtaisissa suunnitelmissa.

2.8.5 Lyöntipaalutustyön laatuvaatimukset

- .101 Rautatieympäristön erityispiirteet:

Paalulaattaelementtejä käytettäessä paalun sijainti ja kaltevuus on mitattava ennen kuin paalun pään lyöntiä jatketaan radan korkeusviivan alapuolelle. Tämän perusteella lasketaan paalun sijainti katkaisutasossa.

- .102 Loppulyöntivaatimukset tai kantavuusvaatimus esitetään paalutus-suunnitelmassa.

- .103 Liikennöidyllä raiteella paalujen katkaisu suoritetaan kahdessa vaiheessa; ensimmäinen katkaisu paalujen hyväksymisen jälkeen tehdään rata-pölkkyjen ja raiteen tuennan alueella tasoon kv -0,50 m ja toinen katkaisu tehdään lopulliseen katkaisutasoon. Katkaisu korkeusviivan tasolta voidaan tehdä, kun paalun kyljen etäisyys raiteen keskilinjasta on >1,5 m.

2.9 Suurpaalutukset

2.9.1 Soveltamisalue

- .2 Lisäksi rautatiesilloissa käytetään suuriläpimittaisia porapaaluja.
- .3 Suurpaalutöissä noudatetaan myös ohjeita Siltapaalujen laadunvarmistus iskuaaltomittauksella /11/, Teräsputkipaalut rautatiesilloissa /12/ sekä porapaalutuksessa Tiehallinnon porapaalutusohjetta /13/.

2.9.4 Suurpaalutustyön tekninen työsuunnitelma

- .1 Paalutustyön tekninen työsuunnitelma luovutetaan tilaajan edustajalle vähintään yksi viikko ennen paalutustyön aloittamista.
- .101 Paalutuskoneesta on esitettävä mittaustulos lyöntitehosta vastaavissa olo-suhteissa.

- .102 Teknisen työsuunnitelman tulee sisältää SPO-2001 /14/ kohdan 8.1 mainitun lisäksi mm.:
- turvallisuussuunnitelma (ks. liite 1 SYL 2-R L1)
 - jännitekatkojen ja raidevarausten mukainen lyöntiaikataulu
 - maa- ja ilmakaapeleiden ja -johtimien siirrot
 - paalutuskaluston määrä ja sijoittelu/liikkuminen työn aikana
 - paalutuskoneen vaatima työtila, puomin kaltevuudet sekä koneen sijoittuminen raiteeseen ja paalutustyötä rajoittaviin rata- ja sähköistysrakenteisiin nähden
 - hitsaussuunnitelma
 - varautuminen paalun tunkeutumista helpottaviin toimenpiteisiin
 - seurannat ja mahdolliset toimenpiteet paalutustyön aikana; mm. radan painumat, nousut ja siirtymät, joiden sallitut raja-arvot on esitetty RAMOn /1/ osassa 15 Radan kunnossapito
 - paalujen sijainti-, kaltevuus- ja vinoustoleranssit, jotka on otettu huomioon jo paalujen rakennesuunnittelussa
 - toimenpiteet ympäristövaikutusten huomioon ottamiseksi; mm. melu- ja värinä Haitat; paalutuskoneeseen asennettavan melusuojausrakenteen tarve esitetään siltakohtaisissa suunnitelmissa.

2.9.5 Suurpaalutustyön laatuvaatimukset

- .101 Teräsputkipaalujen paalutustyössä noudatetaan työkohtaista työselitystä ja paalutustyösuunnitelman lisäksi ohjeita Teräsputkipaalut rautatiesilloissa /12/ ja Teräsputkipaalut /15/ seuraavin täsmennyksin:

Paalupituudessa on otettava huomioon PDA-mittausten vaatima lisämitta 2*D.

Paalujen arvioitu tunkeutumistaso/-vyöhyke esitetään pohja-tutkimusleikkauksessa.

Ennen paalutustyöhön ryhtymistä urakoitsijan tulee tarkastaa suunnitelmat vastaamaan raiteen todellista sijaintia olemassa olevalle raiteelle rakennettaessa.

PDA-mittausten jälkeen on varmistettava, etteivät paalut nouse loppulyöntien jälkeen.

Pitkien paalujen ollessa kyseessä on mahdollista, että paalutustyön yhteydessä esiintyy maaperän ominaisuuksista ja veden nosteesta johtuvaa paalun lyötävyyttä haittaavaa 'pumppaamista', mikä ilmenee suurena joustona. Tätä ilmiötä ja samalla paalun nousua voidaan ehkäistä käyttämällä putkessa vesipainotusta tai muuta urakoitsijan esittämää ja rakennuttajan hyväksymää menettelyä.

- .102 Liikennöidyllä raiteella paalujen katkaisu suoritetaan kahdessa vaiheessa; ensimmäinen katkaisu paalujen hyväksymisen jälkeen tehdään rata-pölkkyjen ja raiteen tuennan alueella tasoon kv -0,50 m ja toinen katkaisu

tehdään lopulliseen katkaisutasoon. Katkaisu korkeusviivan tasolta voidaan tehdä, kun paalun kyljen etäisyys raiteen keskilinjasta on >1,5 m.

Teräsputkipaalujen yläpää t suljetaan veden- ja sepelinpitäväksi katkaisun jälkeen.

2.9.6 Suurpaalutustyön kelpoisuuden osoittaminen

Kaivinpaalut

- .101 Kallioon perustettavan kaivinpaalun alapää meislataan aina vaakasuoraksi. Pohjan tasaisuus ja puhtaus tarkistetaan koetintangoilla.
- .102 Kaivinpaalujen betonivalun kelpoisuus on osoitettava joka paalusta tarkastusputkien kautta tehtävällä ultraäänimittauksella. Tarkastusputkia tulee olla kolme putkea/paalu.
- .103 Kallionvaraisen kaivinpaalun alapään kalliokontaktin kelpoisuus osoitetaan tarkastusputkien kautta tehtävällä tarkastusporauksella. Tarkastusputken alapää jätetään 0,5 m paalun alapään yläpuolelle.
- .104 Jos kaivinpaalun alapäässä havaitaan tarkastusporauksessa maa-ainesta, paalun kalliokontaktia parannetaan injektoinnilla SPO 2001 /14/ kohdan 8.3.2.5 mukaisesti. Urakoitsijan on laadittava korjaussuunnitelma paalun alapään ja paalun varren työvirheiden korjaavista toimenpiteistä rakennuttajan tarkastettavaksi ja hyväksyttäväksi. Lopuksi tarkastusputket täytetään sementtilaastilla (w/c ~0,5) vedenalaisen betonoinnin työohjeita noudattaen. Tarkastusputkeen ei saa jäädä vettä, joka jäätyessään aiheuttaisi paalun pystyhalkeamia.

Teräsputkipaalut

- .105 PDA-mittaus tehdään kaikille putkipaaluille, jos sillan kansilohkoa kohden on yhdellä tuella yhtä raidetta kohti enintään kaksi paalua. Muutoin mitataan puolet paaluista ja vähintään kaksi paalua tukea tai perustusta kohti. Koekuormitettavien paalujen lukumäärää lisätään, jos pohjasuhteet ovat erityisen vaikeat tai paalutuksessa havaitaan tavallisuudesta poikkeavia seikkoja. Mahdolliset kantavuusmittausten jatkoanalyysit tehdään suunnitelman mukaan.
- .106 Paalun lopullisen katkaisun jälkeen yläpään betonilaatu on tarkastettava. Tarvittaessa heikkolujuuksinen betoni piikataan pois.

Porapaalut

- .107 Porapaalun pohjan on oltava puhdistettu ja kuiva ennen valua.

Jos paalun pohjalle vuotaa kalliosta vettä, valetaan pohjalle betonitulppa vedenalaisena valuna. Tämän jälkeen vesi pumpataan pois, paalu raudoitetaan ja valetaan.

Paalu voidaan myös valaa contractor-valuna.

- .108 Kallion ehjyys on varmistettava ennakkoon kolme metriä paalun alapään alapuolelle tehtävillä porakonekairauksilla.
- .109 Paalun lopullisen katkaisun jälkeen yläpään betonilaatu on tarkastettava. Tarvittaessa heikkolujuuksinen betoni piikataan pois.

3 BETONIRAKENTEET, RAUTATIESILLAT

3.1 Yleistä

3.1.1 Soveltaminen

- .1 Näitä rautatiesiltojen rakennustöiden yleisiä laatuvaatimuksia käytetään rakennettaessa paikallavalettuja betonirakenteita sekä betonielementtejä.

Tiesiltojen ja tiesiltamaisten betonirakenteiden Tiehallinnon tyyppi-hyväksyntä tai SYL 3:ssa mainittu hyväksyntä riittää hyväksynnäksi myös RHK:n omistamien siltojen osalta. SYL 3:ssa mainittu Tiehallinnon tai tilaajan muu hyväksyntävaatimus edellyttää RHK:n tai sen valtuuttaman tahon hyväksyntää.

- .2 Tässä ohjeen osassa on ilmoitettu vain poikkeamat ja täsmennykset Tiehallinnon siltoja koskeviin betonirakenteiden laatuvaatimuksiin (SYL 3, Betonirakenteet, Tiehallinto 2005), ohjeisiin ja työmenetelmiin. Tässä ohjeessa esitettyjen vaatimusten ja ohjeiden lisäksi noudatetaan sillanrakennussuunnitelmaa sekä Tiehallinnon sillanrakennustöiden yleisiä laatuvaatimuksia (SYL 1-7). Tämän ohjeen numerointi vastaa SYL:n numerointia ja tässä ohjeessa olevat kohdat korvaavat SYL:n vastaavat kohdat.

3.1.3 Käsitteet, merkinnät ja lyhenteet

- .1 Tästä sillanrakentamisen laatuvaatimusten osasta Betonirakenteet, rautatiesillat käytetään lyhennettä SYL 3-R.

3.2 Rakenneosakohtaiset vaatimukset ja ohjeet

3.2.1 Peruslaatat ja pengerlaatat

3.2.1.1 Sijainti

- .101 Vesioikeuden luvan mukaisia vaatimuksia tulee ehdottomasti noudattaa

3.2.1.5 Pinnat

- .2 Urakoitsijan on esitettävä korjaustavoista ja -materiaaleista korjaussuunnitelma rakennuttajan tai sen valtuuttaman organisaation tarkastettavaksi ja hyväksyttäväksi
- .10 Pengerlaatoissa suurin sallittu halkeamakoko on 0,2 mm.

3.2.2 Pääty- ja välituet

3.2.2.5 Pinnat

- .101 Sileiden muottimateriaalien (teräsmuotti, vaneri tai vastaava) käyttö näkyviin jäävissä betonipinnoissa esitetään suunnitelmissa. Sileitä muottimateriaaleja käytettäessä urakoitsijan on esitettävä tekninen työsuunnitelma, josta käy ilmi muottisaumojen sijoittelu ja viimeistely. Saumojen sidekohtien tulee olla siistejä ja niiden on sijaittava linjakkaasti.
- .102 Urakoitsijan on esitettävä korjaustavoista ja -materiaaleista tekninen työsuunnitelma rakennuttajan tai sen valtuuttaman organisaation tarkastettavaksi ja hyväksyttäväksi.
- .103 Mahdolliset betonipintojen valuvirheet korjataan SILKO-hyväksytyillä /3/ valumattomilla paikkauslaasteilla, joiden värisävy on oltava näkyviin jäävissä pinnoissa mahdollisimman lähellä betonin väriä.

3.2.3 Päällysrakenne

3.2.3.4 Pinnat

- .101 Sileiden muottimateriaalien (teräsmuotti, vaneri tai vastaava) käyttö näkyviin jäävissä betonipinnoissa esitetään suunnitelmissa. Sileitä muottimateriaaleja käytettäessä urakoitsijan on esitettävä tekninen työsuunnitelma, josta käy ilmi muottisaumojen sijoittelu ja viimeistely. Saumojen sidekohtien tulee olla siistejä ja niiden on sijaittava linjakkaasti.
- .102 Mahdolliset betonipintojen valuvirheet korjataan SILKO-hyväksytyillä /3/ valumattomilla paikkauslaasteilla, joiden värisävy on oltava näkyviin jäävissä pinnoissa mahdollisimman lähellä betonin väriä.

3.2.7 Maanvastaisen betonipinnan kosteuseristys

3.2.7.1 Yleistä

- .2 Siltarakenteiden maanvastaiset betonipinnat korjataan ja kosteuseristetään, jos maanvastaisen betonipinnan laatuluokka ei täytä sille asetettua vaatimusta. Siltarakenteiden maanvastaiset betonipinnat kosteuseristetään myös, jos betonirakenteen näkyviin jäävät pinnat pinnoitetaan tai laatoitetaan tai niihin varaudutaan, tällaiset eristettävät betonipinnat esitetään siltasuunnitelmissa.
- .101 Kun betonirakenteiden julkisivu maalataan, pinnoitetaan tai laatoitetaan, rakenteen takapintaan on tehtävä kosteuseristys. Jos edellä mainittu rakenne on halkeilualtis, tai vesivuoto on vahingollista, tehdään betonin maanvastaiselle pinnalle vesieristys. Kosteus- ja vesieristettävät pinnat esitetään siltasuunnitelmissa.

- .102 Julkisivuilta pinnoitettavissa tai laatoitettavissa rakenteissa ennen kosteuseristysten tekoa on alumiinisten muottisiteiden molemmat päät katkaistava vähintään 20 mm:n syvyydeltä betonipinnasta ja paikattava SILKO-hyväksytyllä /3/ valumattomalla paikkauslaastilla.

3.3 Materiaalit

3.3.1 Betoni

3.3.1.1 Osa-aineet

- .101 Talviolosuhteissa lignosulfaattipohjaisen notkisteen käytölle lisäaineena tulee saada RHK:n tai sen valtuuttaman organisaation hyväksyntä.
- .102 Betonointisuunnitelman tekoa varten on selvitettävä betonimassan jälki-tärytysajankohta kulloinkin käytettävillä lisäaineilla.

3.3.1.6 Dokumentointi

- .3 Valmisbetonilaitoksen laadunvalvontakokeiden tulokset liitetään sillan laaturaporttiin betonin kelpoisuussuunnitelman edellyttämällä tavalla. Muut valmisbetonilaitoksen betonin valmistusta koskevat muistiinpanot säilytetään rakennuttajan mahdollisia tarkastuksia varten vähintään 10 vuotta.

3.3.10 Muut teräsovat

- .3 Lisäksi betonivalun sisään jäävien kuumasinkittyjen teräsovien sinkityksen tulee olla vähintään 6 viikkoa vanhaa.
- .101 Alumiinisten suojaputkien käyttö betonivalun sisällä on kielletty betoni-valun halkeiluriskin vuoksi.

3.4 Työn suoritus

3.4.2 Telineet ja muotit

3.4.2.3 Telineiden ja muottien purkaminen

- .101 Muotteja kastellaan tarvittaessa vesijälkihoitovaatimusten edellyttämään tasoon. Jos muotit puretaan aikaisemmin kuin jälkihoitoaika täyttyy, betonipinnoille on levitettävä jälkihoitoainetta muottien purun jälkeen. Muottien poisto ei saa huonontaa betonipinnalle vaadittua jälkihoitoa eikä aiheuttaa betonin säilyvyyttä heikentävää halkeilua.
- .102 Siltakansia jännittäessä ulokkeena toimivien kannen osien, kuten siipien ja puskupalkkien telineet tulee purkaa ennen jännittämistyötä, jotta niiden muodonmuutokset pääsevät vapaasti tapahtumaan.

3.4.4 Betonityöt

3.4.4.4 Betonointi

- .1 Betonointityössä on lisäksi huomioitava seuraavaa:

Putkipaalujen yläpäiden jälkitärytys tehdään 1,5 m:n matkalla. Ennen jälkitärytystä täytyy betonin pinnalta poistaa erottunut huonolaatuinen massa.

Betonimassan vesimäärää vähennetään käyttäen notkistetta kaikissa liittyvien rakenteiden jälkimmäisissä betonivaluissa. Halkeilun minimoimiseksi liittyvissä rakenteissa vanhan ja uuden rakenneosan lämpötilaero pidetään mahdollisimman pienenä lämmittämällä ja lämpöeristämällä vanhempaa osaa. Lämpötilaerovaatimus on esitetty SYL-R:n kohdassa 3.4.5.1.

3.4.4.5 Työsaumojen tekeminen ja käsittely

- .101 Työsauman vesitiiveyttä parantavat toimenpiteet esitetään siltasuunnitelmissa:

Työsaumojen vesitiiveyttä voidaan parantaa mm. työsaumaan asennettavan injektointiletkun/injektoinnin, paisuvan saumanauhan ja työsauman maanvastaiselle puolelle asennettavan, kosteuden johdosta paisuvan tiivistysmaton avulla.

3.4.4.6 Betonipintojen jälkihoito, viimeistely ja suojaus

- .101 Massiivisissa betonirakenteissa aurinkoisissa tai tuulisissa olosuhteissa levitetään hyväksytty varhaisjälkihoitoaine (ei vahapohjainen) jälkitärytetylle betonipinnalle estämään valupinnan liian nopeaa kuivumista ja antamaan betonipinnalle hidastusvaikutusta ja vähentämään betonin plastisen painuman aiheuttamaa halkeilua odoteltaessa betonin jälkihiertoajankohtaa. Varhaisjälkihoitoaine saa sekoittua betonin pintamassaan jälkihierron aikana. Jälkihierron jälkeen tehdään normaalit jälkihoitotoimenpiteet.

Jos vesieristyksen päälle tulee asfalttipäällyste ilman suojabetonia, betonipinnan suihkupuhdistuksen lisäksi on tehtävä jälkihierron jälkeen levitetyn varsinaisen jälkihoitoaineen jäämien testaus VTT:n testausohjeen "Jälkihoitojäämien toteaminen betonin pinnasta, VTT TEST 375-93" /17/ mukaan.

Jälkihoito-ohjeet on annettu VTT:n julkaisemassa ohjeessa "Jälkihoitopias 1995" /18/.

- .102 Julkisivilta pinnoitettavissa tai laatoitettavissa rakenteissa on ennen maanvastaisen betonipinnan kosteuseristystä alumiinisten muottisiteiden

molemmat päät katkaistava vähintään 20 mm:n syvyydeltä ja paikattava SILKO-hyväksytyllä /3/ valumattomalla paikkauslaastilla. Jos julkisivuja ei pinnoiteta tai laatoiteta eikä varauduta pinnoittamaan, alumiinisten muottisiteiden päihin ei tehdä piikkaussyvennyksiä ja laastipaikkauksia. Teräksisten muottisiteiden päitä ei saa jättää missään betonipinnassa ilman suojaavia laastipaikkauksia.

- .103 Tilaajan valvoja antaa betonoinnin aloitus- ja lopetusluvut.

3.4.5 Massiivisten rakenteiden betonointi

3.4.5.1 Suunnitelma

- .4 SYL:n kohdan 3.4.5.1.4 toimenpiteillä rajoitetaan betonin lujuuskehityksen varhaisvaiheen lämpötilaerojen aiheuttamaa halkeiluriskiä. Suurin sallittu lämpötilaero riippuu valuajankohdan ulkolämpötilasta. Ellei suunnitelmassa ole muuta mainittu, kesäolosuhteissa ($t \geq 0$ °C), suurin sallittu lämpötilaero on 15 °C. Muulloin suurin sallittu lämpötilaero on 20 °C. Kyseisen vaatimuksen toteuttamisesta, lämpöeristein ja lämpövastuslangoin, urakoitsijan on laadittava suunnitelma rakennuttajan tai sen valtuuttaman organisaation hyväksyttäväksi.
- .101 Betonin varhaishalkeilun välttämisen yhteydessä on samanaikaisesti tehtävä toimenpiteet betonin pitkäaikaishalkeilun välttämiseksi. Myöhemmin valettavan betonin koostumus on oltava mahdollisimman vähän kutistuvaa esim. käyttämällä notkistavaa lisäainetta ja mahdollisimman suurta kiviaineksen raekokoa.

3.4.5.2 Laadunvalvonta

- .2 Lisäksi:
Liittyvien rakenteiden lämpötilan mittauspisteet sijoitetaan sekä betonipinnalle että betonin sisään molempiin rakenteisiin, uuteen rakenteeseen 250 mm:n etäisyydelle vaakasauman yläpuolelle ja vanhaan rakenteeseen 250 mm pystyseinästä sivusuuntaan.

3.4.6 Betonointi kylmällä säällä

- .101 Jos kylmissä olosuhteissa käytetään pakkasessa kovettuvia erikoislaasteja ja kyseiseen valuun asennetaan kuumasinkittyjä teräsosia, on varmistettava, etteivät erikoislaastin lisäaineet tuhoa kuumasinkitystä tai paisuta varauskoloa sitä rikkovasti.

3.4.7 Vedenalainen betonointi

3.4.7.3 Suunnitelma (Menettely A)

- .2 Esitettyjen asioiden lisäksi betonია suhteitettaessa ja betonisuunnitelmaa laadittaessa otetaan huomioon myös seuraavaa:

- Vedenalaisissa betonoinneissa ei tavallisesti käytetä vibrausta. Jos ahtaassa betonoinnissa käytetään vibrausta, tiivistyssauva ei saa olla toiminnassa laitetta laskettaessa valuun ja sitä ylösnostettaessa.

3.4.8 Ruiskubetonointi

3.4.8.1 Suunnitelma

- .1 Suunnitelman käytössä voidaan käyttää apuna ohjeita:
 - by 29 Ruiskubetoniohjeet (kalliorakenteet) /19/
 - RMYTL 6 (kalliorakenteet) /4/
 - SILKO 1.232 Betonointi ruiskuttamalla (betonirakenteet) /3/
 - SILKO 2.234 Korjaus ruiskubetonoimalla (betonirakenteet) /3/.

3.4.8.2 Kalusto

- .101 Märkämenetelmää käytetään ensisijaisesti kalliota vasten tehtävissä ruiskubetonoinneissa. Kuivamenetelmää käytetään ensisijaisesti betoni-alustalle tehtävissä ruiskubetonoinneissa.

3.4.101 Betonipintojen impregnointi, pinnoitus tai laatoitus

- .1 Valittu betonipinnan käsittelytapa esitetään siltasuunnitelmassa
- .2 Noudatetaan seuraavia ohjeita /3/:
 - SILKO 1.251 Betonin suojaaminen
 - SILKO 2.253 Betonin pinnoitus
 - SILKO 3.252 Impregnointi ja tiivistysaineet
 - SILKO 3.253 Pinnoitusaineet.
- .3 Uusien betonirakenteiden ohjeelliset pinnoitustyyppit on esitetty liitteessä SYL 3-R L1.
- .4 Suolarasitukselle alttiit betonipinnat, joissa ei ole metalliverhoiluja, on käsiteltävä hyväksytyllä impregnointiaineella tai pinnoituksella. Impregnointiainetyyppi valitaan SILKO-ohjeesta /3/ vastaamaan kohteen rasitusluokkaa.
- .5 Töherryсалttiit, pinnoittamattomat, laatoittamattomat, huokoiset pintamateriaalit ja suojaamattomat betonirakenteet on suojattava uhrautuvilla ilkisuoja-aineilla. Liuotinpuhdistusta kestävillä polymeeripinnoitteilla, laatoituksilla tai verhoiluilla helpotetaan betonirakenteiden puhtaanapitoa ja parannetaan rakenteiden ulkonäköä taajama-alueilla.
- .6 Kun laatoitusalue on alttiina töherryksille, laatoituksien saumat on suojattava värittömillä, hengittävillä, uhrautuvilla tai puhdistusliuottimia kestävillä suoja-aineilla. Jos siltarakenne ei ole töherryksille alttiina tai töherrysetäisyys >2,5 m, pinnoitus voidaan tehdä sementtipohjaisella

- pinnoitteella tai polymeeripinnoitteilla, joilta ei vaadita hyvää puhdistettavuutta.
- .7 Kaukalopalkkisillan reunapalkin pinnoituksessa sovelletaan liitettä 2 SYL 3-R L1.
 - .8 Betonipinnoituksen vesihöyryn vastus saa olla by 41:n /20/ mukaisesti korkeintaan 4 m, testausmenetelmällä DIN 51 615, NT BUILD määritettynä.
 - .9 Pinnoitteen hiilidioksidin diffuusiovastuksen on oltava vähintään 50 m.
 - .10 Betonirakenteiden sateelle alttiilla pystypinnoilla polymeeripinnoitetut betonipinnat ylitasoitetaan polymeeripitoisella hienolaastilla betonirakenteen säilyvyyden, ulkonäön ja puhdistettavuuden parantamiseksi. Hienolaastin paksuus riippuu runkobetonin epätasaisuudesta ja valitusta hienolaastin pintastruktuurista. Minimi hienolaastipaksuus on keskimäärin 2 mm (2 x 1 mm).
 - .11 Jos siltakannen alapinnalla ei ole suihkupuhdistuksen jälkeen merkittävää määrää ilmarakkuloita, voidaan ylitasoituslaasti jättää pois.
 - .12 Tasoituslaastin tartuntalujuus alustaan ja pinnoitteen tartuntalujuus tasoituslaastiin on oltava vähintään 1,5 N/mm² uusissa betonirakenteissa. Vanhojen betonirakenteiden osalta vaadittavat tartuntavetolujuudet määritellään siltasuunnitelmissa tapauskohtaisesti.
 - .13 Betonirakenteiden kunnossapitäjälle on laadittava toteutetun pinnoitteen tai laatoituksen edellyttämä hoito-ohje töherryksen poistamiseksi tai pinnoitteen muita korjaustoimenpiteitä varten.

4 TERÄSRAKENTEET, RAUTATIESILLAT

4.1 Yleistä

Tässä ohjeen osassa on ilmoitettu vain poikkeamat ja täsmennykset Tiehallinnon siltoja koskeviin teräsrakenteiden laatuvaatimuksiin, Teräsrakenteet – SYL 4, Tiehallinto 2005. Tämän ohjeen numerointi vastaa SYL 4:n numerointia ja tässä ohjeessa olevat kohdat korvaavat SYL 4:n vastaavat kohdat, ellei muuta sanottu.

Tässä asiakirjassa esitettyjen vaatimusten ja ohjeiden lisäksi noudatetaan siltakohtaisia laatuvaatimuksia, Tiehallinnon sillanrakennustöiden yleisiä laatuvaatimuksia (SYL 1) ja SYL 4:n laatuvaatimuksia siltä osin, kun niitä ei ole kumottu tai täsmennetty tässä ohjeessa.

Tiehallinnon määrittelemät teräsrakenteita koskevat hyväksynnät SYL 4:ssä tai sen viiteohjeissa riittävät hyväksynnäksi myös RHK:n omistamien siltojen tai siltamaisten rakenteiden osalta. SYL 4:ssä mainittu Tiehallinnon tai tilaajan muu hyväksyntävaatimus edellyttää RHK:n tai sen valtuuttaman tahon hyväksyntää.

4.1.1 Soveltamisalue

- .1 Tätä ohjetta, SYL 4-R liiteohjeineen, käytetään rakennettaessa ja pintakäsiteltäessä teräksisiä rautatiesiltoja, laiturikatosrakenteita, nostureita ja niihin verrattavia rakenteita. Niiden siltojen osalta, joita rautatieliikenne ei kuormita, noudatetaan Tiehallinnon ohjetta SYL 4, jota noudatetaan soveltuvin osin myös tehtäessä rakenteita muusta metallista kuin teräksestä.

4.1.3 Käsitteet, merkinnät ja lyhenteet

- .1 Tästä sillanrakentamisen laatuvaatimusten osasta Teräsrakenteet, rautatiesillat käytetään lyhennettä SYL 4-R.

4.2 Aineet ja tarvikkeet

4.2.5 Muut aineet ja tarvikkeet

- .3 Teräsrakenteen valmistuksessa käytettävien muiden aineiden tai tarvikkeiden tulee säilyttää toiminnalliset ominaisuutensa rakenteen käytön ajan ellei suunnitelmassa ole toisin esitetty.

4.3 Rakenneosat

4.3.1 Yleistä

4.3.1.1 Valmistussuunnitelma

- .101 Maadoitussuunnitelmassa esitettyjen korvakkeiden tai vastaavien osien kiinnittäminen teräsrakenteeseen esitetään valmistussuunnitelmassa. Liitoksen tulee täyttää jäljempänä esitetyn kohdan 7.7.102.4 alakohdan 7 vaatimukset.

4.3.3 Hitsausliitokset

4.3.3.1 Hitsien laatuvaatimukset

- .101 B-luokan jatkoshitsit hiotaan. Hiontasyvyys saa olla enintään 10 % liitettävän ohuemman levyn paksuudesta.

4.3.3.6 Hitsaaminen

- .2 Hitsaustyöstä laaditaan liitoskohtaiset hitsausohjeet (WPS); SFS-EN ISO 15607 /21/ ja muut hitsausohjeita koskevat standardit.

4.3.3.9 Vaatimustenmukaisuus, dokumentointi ja raportointi

- .101 Teräskaukalosiltojen pohjalevyn jatkoshitsi hiotaan perusaineen tasoon ja liitos tarkistetaan sekä ultraääni- (UT) että magneettijauhetarkastuksella (MT).
- .102 Silmämääräinen tarkastus suoritetaan standardin SFS-EN 970 /22/ mukaisesti. Tarkastus suoritetaan valmiiksi hitsatuille liitoksille. Silmämääräinen tarkastus suoritetaan myös hitsauksen eri vaiheiden aikana, mikäli sovellusstandardissa tai suunnitelmassa on niin esitetty. Tarkastuksista laaditaan pöytäkirja, johon merkitään myös hitsausliitoksen pienin mitattu a-mitta.

4.3.4 Pulttiliitokset

4.3.4.2 Tarvikkeet

- .101 Pulttiliitoksissa käytetään kuumasinkittyjä ruuveja, muttereita ja aluslaattoja, ellei suunnitelmassa ole esitetty käytettäväksi muita laadultaan ruostumattomia osia ja tarvikkeita.

4.3.5 Kitkaliitokset

4.3.5.5 Liittimien kiristäminen

- .3 Kitkaliitoksen kiristämisessä noudatetaan ruuvin valmistajan esittämiä esijännitysvoiman ja kiristysvääntömomentin arvoja sekä työ- ja käyttö-ohjeita.
- .4 Kiertokulmamenetelmää ei sallita.
- .101 Kierteissä voidaan käyttää öljyä tai voiteluainetta, joka vastaa laadultaan ruuvin valmistajan esittämää voiteluainetta. Vastaavan voiteluaineen soveltuvuus käyttötarkoitukseen varmistetaan ennakkokokeella kiristysvääntömomentin ja esijännitysvoiman vaikutuksen osalta.
- .102 Kiristämistyön yhteydessä vääntynyt tai kierteiltään vahingoittunut ruuvi korvataan uudella ruuvilla ja mutterilla.

4.3.7 Kokoonpano

4.3.7.4 Väliaikaiset kiinnitykset

- .1 Teräsrakenteen väliaikaisiksi tai pysyviksi tarkoitettut, nostoja, siirtoja tai kuljetusta palvelevat, kiinnikkeet ja reiät esitetään valmistussuunnitelmassa.
- .3 Teräsrakenteen suunnitelmasta poikkeavien reikien tai hitsausliitosten tekeminen on sallittu ainoastaan RHK:n luvalla.

4.5 Pintakäsittely

4.5.1 Yleistä

Teräsrakenteiden vuositarkastuksista, puhtaanapidosta, hoidosta ja huolto-korjauksista on esitetty laatuvaatimukset RAMOn osassa 8, Sillat /1/.

4.5.1.3 Pinnoitteiden yleiset laatuvaatimukset

- .1 Teräsrakenteen pinnoitteina käytettävien aineiden tulee säilyttää toiminnalliset ominaisuutensa rakenteen käytön ajan ellei suunnitelmassa ole toisin esitetty.

4.5.2 Pintakäsittelyn työsuunnitelma

4.5.2.1 Suunnitelman muoto ja sisältö

- .101 Kreosoottiöljyllä kyllästetyn puurakenteen kanssa kosketuksiin joutuvat teräspinnat käsitellään kyllästysaineen rasituksen kestäväällä pinnoitteella

esim. uretaanitervalla, ellei suunnitelmassa ole esitetty kyseiselle rakenteen osalle muuta pintakäsittelyä.

- .102 Pintakäsittelyssä käytettävien tuotteiden ominaisuuksiltaan erilaisten pinnoitekerrosten rajakohdat esitetään pintakäsittelysuunnitelmassa.
- .103 Pinnoitekerrosten rajakohdissa ei sallita sinkkipölymaalin ja teräspinnan välissä muita maalilaatuja.

4.5.2.2 Hyväksyttävät pinnoitteet

- .2 Maalausjärjestelmän tai siinä käytettävien tuotteiden tulee olla Tiehallinnon tai RHK:n hyväksymiä.
- .3 Suositeltavat ja muut hyväksytyt maalausjärjestelmät on esitetty käyttö- rajoituksineen SYL 4:n liitteessä 1 sekä RHK:n hyväksymät, edellisiä täydentävät maalausjärjestelmät liitteessä SYL 4-R L1.

Järjestelmät määritellään Tiehallinnon numeroilla esim. TIEL 4.12 ja vastaavasti RHK 5.x.

Hyväksytyt maalausjärjestelmät ja niissä käytettävät tuotteet on esitetty SILKO-ohjeessa 3.352 ja sitä täydentävissä Tiehallinnon ja RHK:n kirjeissä tai luetteloissa "Ratahallintokeskuksen hyväksymät aineet ja kemikaalit" /23/.

4.5.6 Muut menetelmät

4.5.6.101 Rautatiesiltojen tukikerroksen alla olevat pinnat

- .1 Rautatiesiltojen tukikerrokseen rajoittuvat teräspinnat eristetään kohdan 6.2.4.4 alakohdan 101 mukaisesti, ellei suunnitelmassa ole toisin esitetty.

4.101 Työ- ja ympäristönsuojelu

Työ- ja ympäristönsuojelussa sekä jätehuollossa noudatetaan RHK:n ohjeita, jotka on annettu internetissä osoitteessa www.rhk.fi/normit.htm

4.101.1 Työsuojelu

- .1 Työturvallisuus, juna- ja muu liikenne otetaan huomioon urakkaohjelman, työturvallisuusasiakirjan mukaisesti.

4.101.2 Ympäristönsuojelu

- .1 Ympäristönsuojelussa noudatetaan SILKO-ohjeen 1.112 luvun 2 /3/ suojelutoimenpiteitä, ellei urakkaohjelmassa tai suunnitelmassa ole muuta esitetty.

5 PUURAKENTEET, RAUTATIESILLAT

5.1 Yleistä

5.1.1 Soveltaminen

- .1 Näitä rautatiesiltojen rakennustöiden yleisiä laatuvaatimuksia käytetään rakennettaessa puurakenteisia siltoja ja siltakansia. Tätä ohjetta voidaan noudattaa myös rakennettaessa puurakenteisia tasoristeyksiä ja muita rataan liittyviä rakenteita.

Tiesiltojen ja tiesiltamaisten puurakenteiden Tiehallinnon tyyppi-hyväksyntä tai SYL 5:ssä mainittu hyväksyntä riittää hyväksynnäksi myös RHK:n omistamien siltojen osalta. SYL 5:ssä mainittu Tiehallinnon tai tilaajan muu hyväksyntävaatimus edellyttää RHK:n tai sen valtuuttaman tahon hyväksyntää.

- .101 Tässä ohjeen osassa on ilmoitettu vain poikkeamat ja täsmennykset Tiehallinnon siltoja koskeviin puurakenteiden laatuvaatimuksiin, SYL 5, Puurakenteet, Tiehallinto 2005, ohjeisiin ja työmenetelmiin. Tässä ohjeessa esitettyjen vaatimusten ja ohjeiden lisäksi noudatetaan sillanrakennussuunnitelmaa sekä Tiehallinnon sillanrakennustöiden yleisiä laatuvaatimuksia (SYL 1-7). Tämän ohjeen numerointi vastaa SYL:n numerointia ja tässä ohjeessa olevat kohdat korvaavat SYL:n vastaavat kohdat.

5.1.3 Lyhenteet

- .1 Tästä sillanrakentamisen laatuvaatimusten osasta Puurakenteet, rautatiesillat käytetään lyhennettä SYL 5-R.

5.3 Puurakennetyöt

5.3.3 Syrjälankkukansi

- .101 Junaliikenteen ja radan sähköistyksen vuoksi ylikäytävien naulattujen puukansien on oltava vesitiiviitä.

Naulatusta kannesta tulee tiivis, jos puutavara on naulaushetkellä ilmakeuiva (kosteusluokka 2, RakMK B10 Puurakenteet /24/). Puutavaran ollessa kosteampaa tulee kansilankkujen välille rakoja ja kuormituksen rasituksesta naulat katkeavat helposti.

5.3.4 Liimapuinen elementtikansi

- .5 Rautatien ylittävissä silloissa suositellaan ensisijaisesti käytettävän liimapuurakenteista elementtikantta sen vesitiiveyden ja kulutuskestävyyden takia.

5.3.6 Jätepuutavaran hävittäminen

- .1 Suolakyllästetty puutavara pitää käsitellä voimassaolevien säädösten mukaisesti.

6 KANNEN PINTARAKENTEET, RAUTATIESILLAT

6.1 Yleistä

6.1.1 Soveltamisalue

- .1 Tätä osaa noudatetaan rautatiesiltojen pintarakennetöissä. RHK noudattaa soveltuvien osien Tiehallinnon ohjeita käyttäen sen hyväksymiä materiaaleja ja hyväksytyjä eristysurakoitsijoita.
- .2 Tässä ohjeessa on ilmoitettu vain poikkeamat ja täsmennykset Tiehallinnon siltoja koskeviin pintarakenteiden laatuvaatimuksiin, ohjeisiin ja työmenetelmiin, SYL 6, Kannen pintarakenteet ja SVO, Sillanrakentamisen valvontaohje /25/. Rautatiesilloilla vesieristys ja sen suojarakenteet eivät ole tiesuolujen rasitusten alaisia, eikä rautatiesiltakansilla esiinny vesieristyksen kuplimisongelmaa ja vesieristeen irtoamista alustastaan.
- .101 Asfalttipäällysteisten laiturisiltojen ja RHK:n omistamien ylikulkusiltojen ja ylikäytäväsiltojen kansien pintarakennetöissä noudatetaan Tiehallinnon ohjetta.
- .102 Suolarasittamattoman asfalttipäällysteisen laiturisillan vesieristys ja suojabetoni tehdään yksinkertaisella kumibitumikermieristyksellä (käyttöluokka 3) tai vastaavalla vesieristyksellä. Suolarasitettujen laiturisiltojen vesieristys ja suojabetoni tehdään, kaksinkertaisella kumibitumikermieristyksellä (käyttöluokka 2) tai vastaavalla eristyksellä.

6.1.3 Käsitteet ja lyhenteet

- .101 Tästä sillanrakentamisen laatuvaatimusten osasta Kannen pintarakenteet, rautatiesillat käytetään lyhennettä SYL 6-R.

6.2 Vedeneristys

6.2.3 Betonikannen eristys

6.2.3.1 Yleistä

- .101 Rautatiesillan siltakannen vesieristysenä käytetään yksinkertaista kumibitumieristyskermiä, käyttöluokka 3. Kermin on täytettävä lisäksi SYL 6 liitteessä 5 esittämän tuoteluokan TL 1 mukaiset pintakermin vaatimukset. Kermi voi olla joko liimattavaa tai hitsattavaa tyyppiä.

6.2.3.2 Eristysalustalle asetettavat vaatimukset

- .2 Lisäksi eristysalustan kolojen paikkaus voidaan tehdä SILKO-hyväksytyllä (SILKO 3.231) paikkaus- tai juotoslaasteilla SILKO 2.231 paikkausohjeita noudattaen /3/.
- .101 Rautatiesilloilla ei tarvitse tehdä alustan hiekkapuhallusta ellei valupintaan ole jäänyt kannen hiertovaiheessa selvästi havaittavaa yhtenäistä sementti-liimakerrosta tai runsaasti jälkihoitoainejäämiä.
- .102 Liimausalustassa ei saa olla silmin havaittavaa kosteutta ja betonipinnan tulee olla vaalentunut kuivumisen seurauksena. Varsinaisia kosteusmittauksia ei tarvita. Eristystyöt voidaan aloittaa, kun betonipinta on kuivunut kostean jälkihoidon jälkeen yhtäjaksoisesti kaksi viikkoa. Lämpimissä olosuhteissa kuivumisajaksi riittää yksi viikko. Oikea työlämpötila määritetään kastepistemenetelmällä SVO:n /25/ mukaan. Liimausalusta on oltava vähintään 3 °C kastepisteen yläpuolella.

6.2.3.3 Kermieristys

- .2 Vesieristysalustan epoksitiivistystä ei tarvitse tehdä rautatiesilloilla.
- .11 Liimausrullan pitkittäislimitys tehdään pääsääntöisesti kohtisuoraa viettosuuntaa vasten paitsi kaukalopalkkisilloissa, joissa sauman pitkittäislimitys on raiteen suunnassa kaukalon pohjan poikittaiskallistuksen vuoksi.
- .16 Paineentasauskermiä ei käytetä rautatiesilloilla.
- .18 Rautatiesilloilla esieristysalustan kumibitumieristyskermin tartuntavetokokeita ei tarvitse tehdä.
- .101 Suojabetoniton kermieristys

Ratkaisua voidaan käyttää, jos sääolosuhteet suojabetonin tekemiseksi ovat epäedulliset tai työtila on liian ahdas hyvän suojabetonin valutuloksen aikaansaamiseksi. Tämän vaihtoehdon käytölle on aina saatava tapauskohtainen lupa RHK:lta tai sen valtuuttamalta asiantuntijalta. Tippuputkia ei tarvita.

Vesieristys muodostuu seuraavista kermieristyksistä:

- aluskermi, käyttöluokka 2
- pintakermi, käyttöluokka 2
- eristyksen mekaaninen suojaus.

Pintakermin päälle levitetään mekaaniseksi suojaukseksi pisteliimauksella (#1 m) kiinnitetty käyttöluokan 4 suodatinkangas ja salaojasorakerros,

jonka paksuus on 100–150 mm. Siltakannelle on mahdollista raidesepeleitä vähintään 550 mm paksu kerros.

Jos sillalla on syöksytorvia, syöksytorven ritilän kohdalle suodatinkankaan alle on asennettava ruostumaton teräsverkko bitumiliimauksella kiinnitettynä. Verkon on oltava ruostumatonta terästä #10 mm, Ø 0,9 mm, koko 300 x 300 mm². Käytettäessä hiekkakerrosta on syöksytorvien kohdilla oltava ylimääräinen suodatinkangaspala, jonka koko on 0,5 x 0,5 m².

6.2.3.4 Mastiksieristys

- .101 Mastiksieristystä ei käytetä rautatiesilloilla.

6.2.3.5 Nestemäisenä levitettävät eristykset

- .101 Suojabetoniton polymeerivesieristys

Kun sillan vesieristys tehdään nestemäisenä levitettävästä polymeeristä esim. polyuretaanielastomeeristä, sen paksuuden on oltava sepelirasiuksen alaisena vähintään 4 mm. Jos samaa vesieristysmateriaalia jatketaan kaukalopalkkisillan kaukalon pystypinnoille ja kaukalopalkkisillan reunapalkin päälle, riittää niiltä osin vähintään 2 mm:n paksuus. Eristystyöt alustan hiekkapuhalluksineen ja primer-hiekkakäsittelyineen tehdään SYL 6:n mukaisesti. Tartunnan vetokokeita ei tarvitse tehdä. Vesieristuksen päälle tulee 100–150 mm paksu salaojasorakerros, jonka päälle käyttöluokan 4 suodatinkangas.

6.2.3.6 Muu eristys

- .101 Kumimattoeristys ja sen mekaaninen suojaus

Tämä pintarakenneratkaisu on tarkoitettu ensisijaisesti korjausrakentamistoimenpiteeksi, kun kannen pintarakenteiden korjaustöihin käytettävissä oleva aika on niin lyhyt, ettei tavanomaista kumibitumikermiratkaisua ja suojabetonia ehditä tehdä.

Kumimaton alustan tasaisuusvaatimukset ovat samat kuin kumibitumimatoilla. Jyrkkäreunaiset epätasaisuudet oikaistaan hionnalla tai nopeasti kovettuvilla SILKO-hyväksytyillä /3/ paikkauslaasteilla tai -massoilla.

Kumimateriaali on EPDM-kumia, butyyliekumia tai vastaavaa joustavaa materiaalia. Maton paksuus on vähintään 1,25 mm. Maton alapinnassa on kiinteä, huopamainen suojakerros. Huopapinta asennetaan siltakantta vasten. Kumimatto liimataan alustaansa ainoastaan siltakannen reuna-alueilta kumibitumilla tai maton toimittajan suosittelemalla liimalla. Kumimaton reunojen tiiveys varmistetaan liimauksen lisäksi mekaanisilla kiinnityslistoilla ja

tiivistyspakkelilla. Vanhoissa siltarakenteissa ei tarvita paineentasausputkia höyrynpaineen poistamiseksi kumimaton ja siltakannen välistä. Kumimatot ovat siltakohteen ja rakentamisaikataulun edellyttämiä määrämittäisiä eristysmattoja. Useimmiten tilataan maton käsittelyn kannalta mahdollisimman suurikokoisia eristysmattoja, jotka liimataan toisiinsa siltapaikalla kumi kumia vasten kuumailmahitsaamalla materiaalitoimittajan ohjeiden mukaisesti.

Kumimattoeristyksen mekaanisen suojauksen vaihtoehto 1:

Eristystöihin käytettävissä olevan ajan ollessa hyvin lyhyen, on vesieristyksen mekaaniseksi suojaukseksi soveliainta käyttää levymäisiä ja joustavia tuotteita kuten kumirouheesta puristettuja levyjä, joiden paksuudet ovat n. 11 mm + 11 mm, saumat eri kohdille lemitettyinä. Levyjen päälle asennetaan käyttöluokka 4:n suodatinkangas.

Kumimattoeristyksen mekaanisen suojauksen vaihtoehto 2:

Kumimaton päälle levitetään kuitukangas, käyttöluokka 4. Suodatinkankaan päälle levitetään varsinaiseksi mekaaniseksi suojaksi noin 50 mm paksu kerros pehmeää asfalttibetonia (PAB) kylmänä materiaalina. Asfalttibetonin maksimiraekoko on 12 mm. PAB:n päälle tulee raidesepeleli.

6.2.3.101 Polymeeripitoinen laastipinnoite

- .1 Halkeamia silloittamaton polymeeripitoinen laastipinnoite soveltuu 1-aukkoisten elementtisiltojen, vaakasuorien teräsbetonisten kosketus-suojalippojen tai vastaavien rakenteiden pintarakenteiksi, kun rakenne ei ole altis halkeilulle, eikä halkeamia ole syntynyt betonointivirheiden seurauksena.
- .2 Mekaanista rasitusta kestävältä pinnoitteelta (elementtisillat) vaaditaan seuraavat ominaisuudet:
 - puristuslujuus ≥ 35 MPa
 - laastin on sisällettävä polymeeria tartunnan, vesitiiveyden ja halkeamien silloituskyvyn parantamiseksi (ei kuitenkaan edellytetä varsinaista halkeamien silloituskykyä)
 - pinnoitteen kokonaispaksuus on vähintään 3 mm.

Kyseiset vaatimukset täyttävät SILKO-hyväksytyt tuotteet on esitetty SILKO-ohjeessa /3/ 3.253. Pinnoitustöissä on noudatettava materiaali-toimittajan antamia työohjeita.

- .3 Jos pinnoitteelta ei vaadita mekaanisen rasituksen ominaisuuksia, tuotteen ominaisuuksissa pääpaino on halkeamien silloitus- ja tiiveysominaisuuksilla. Tällaisia kohteita ovat kaukalopalkkisillan reunapalkin yläpinnat.

Pinnoituksen kerrospaksuus on 2*1 mm. Hyväksytyt tuotteet on ilmoitettu SILKO-ohjeessa 3.253 /3/.

- .4 Sementtiliima on poistettava suihkupuhdistuksen avulla SILKO-ohjeen 1.203 /3/ normaali suihkupuhdistus mukaiseen karheusasteeseen. Kun reunapalkin yläpinnan halkeiluriski on vähäinen (1-aukkoiset sillat), voidaan käyttää silloittamatonta sementtipohjaista pinnoitetta. Kun pinnoitteelta vaaditaan halkeaman silloituskykyä (jatkuvat tai ulokkeelliset sillat), on käytettävä halkeaman silloittavaa ($\geq 0,3$ mm) sementti- tai polymeeripohjaista pinnoitetta. Kaukalopalkkisillan kaukalon pystypinta suojataan samalla pinnoitteella kuin reunapalkin yläpinta tai käyttäen SYL:n kohdan 3.2.7 mukaista tiivistystä.

6.2.3.102 Polymeerisementtibetoni

- .1 Tuoreen betonivalun päälle valettu teräskuituja (EE-kuituja, 18 mm, 50 kg/m³) sisältävä, n. 50 mm paksu polymeerisementtibetoni (PCC) toimii pintarakenteiden (vesieristys + suojabetoni) korvaavana vaihtoehtona. Lateksibetonin materiaali- ja työohjeet on esitetty SILKO-ohjeessa 1.202 /3/.
- .2 Lateksibetonia ei saa käyttää kannen pintarakenteena jatkuvilla silloilla halkeiluriskin vuoksi.
- .3 Kuumissa olosuhteissa lateksibetonin käyttöä on syytä välttää samasta syystä.
- .4 Sallittuja käyttökohteita ovat suolaamattomat 1-aukkoiset kehäsillat ja elementtikannet.
- .5 Lateksibetonin käyttö on sallittu vain RHK:n luvalla ja hyväksytyllä suunnitelmalla.

6.2.4 Teräskannen eristys

6.2.4.3 Mastiksieristys

- .101 Teräksisillä rautatiesilloilla ei käytetä mastiksieristystä.

6.2.4.4 Nestemäisinä levitettävät eristykset

- .101 Rautatiesilloilla käytetään nestemäisenä levitettävää polymeerieristystä, kuten polyuretaanielastomeerieristystä. Terässillan polymeerieristys sisältää primerkäsittelyn ja kohdan 6.2.3.5 mukaisen 4 mm:n (vaakapinnoilla) eristyspinnoitteen, pystypinnoilla eristepaksuusvaatimus on 2–3 mm. Ennen primerkäsittelyä eristettävät teräspinnat korroosiosuojataan vähintään yhdellä pohjamaalikerroksella.

- .102 Pinnoitteen päälle asennetaan luonnon materiaalista tehtyä salaojasoraa 50 mm (ei murskattua). Salaojakerroksen päälle asennetaan suodatin-kangas (käyttöluokka 3).

6.2.4.5 Kermieristys

- .101 Teräksisillä rautatiesilloilla ei käytetä kermieristystä.

6.3 Eristyksen suojaus

6.3.3 Suojabetoni

- .2 Betonin on oltava pakkasenkestävää ($\geq P20$), lujuusluokka $\geq K35-1$.
- .101 Suojabetoniin asennetaan keskeinen harjateräsverkko # 150 mm Ø 6 mm (A500 HW) tai # 5-150 (B500P) tai käytetään teräskuituja SYL:n kohdan 6.3.3 mukaisesti.

Suojabetonin paksuus on 50 mm, ellei suunnitelmassa ole toisin mainittu. Suurin sallittu paksuusvaihtelu on +20...-10 mm. Keskimääräinen paksuus ei saa ylittää teoreettista paksuutta enempää kuin 15 mm. Suojabetonin reunaan reunapalkin vieressä tehdään 200 mm:n levyinen ja 50 mm korkea viiste.

Pinnan käyryys ja aaltoilu eivät saa olla suurempia kuin 6 mm 2 metrin matkalla mitattuna. Suojabetonin yläpinnan tasaisuuden ja kallistuksen tulee olla sellaiset, ettei vesi jää seisomaan lätäköiksi sen pinnalle.

7 VARUSTEET JA LAITTEET, RAUTATIESILLAT

7.1 Yleistä

Tässä osassa on ilmoitettu vain poikkeamat ja täsmennykset Tiehallinnon siltoja koskeviin varusteiden ja laitteiden laatuvaatimuksiin, ohjeisiin ja työmenetelmiin, SYL 7, Varusteet ja laitteet, Tiehallinto 2005.

Tiesiltojen ja siltamaisten rakenteiden varusteiden ja laitteiden tyyppihyväksyntä riittää hyväksynnäksi myös RHK:n omistamien siltojen osalta. SYL 7:ssä mainittu Tiehallinnon tai tilaajan muu hyväksyntävaatimus edellyttää RHK:n tai sen valtuuttaman tahon hyväksyntää.

Tästä sillanrakentamisen laatuvaatimusten osasta Varusteet ja laitteet, rautatiesillat käytetään lyhennettä SYL 7-R.

7.1.1 Soveltamisalue

- .101 Muiden kuin tiesiltojen osalta noudatetaan vastuussa olevan viranomaisen ohjeita. Rautatiesiltojen varusteiden ja laitteiden osalta noudatetaan SYL 7-R ohjetta, joka täydentää Tiehallinnon ohjetta SYL 7. RHK noudattaa omistamiensa tiesiltojen ja laiturisiltojen varusteiden ja laitteiden osalta Tiehallinnon ohjetta, SYL 7.

7.2 Liikuntasaumat

7.2.1 Yleiset laatuvaatimukset

- .2 Rautatiesiltojen liikuntasaumalaitteen tulee olla RHK:n hyväksymää tyyppiä. Lisäksi rautatiesiltojen liikuntasaumalaitteiden tarve on esitetty RAMOn osassa 8 /1/. Liikuntasauman rakenne on esitetty suunnitelmassa.
- .3 Muita liikuntasaumalaitteiden laatuvaatimuksia

Liikkeiden kestävyys

Saumalaitteen liikemäärän ollessa suurempi kuin 100 mm saa tiivistävän kumin kokonaisliikemäärä olla yhtä kumielementtiä kohden enintään 80 mm.

Vesitiiveys ja vesien pois johtaminen

Rautatiesiltojen liikuntasaumalaitteen tulee olla vesitiivis, ellei suunnitelmassa ole toisin esitetty.

Pitkäaikaiskestävyys

Liikuntasaumalaitteella tulee olla hyvä kulutuskestävyys raiteen tukikerroksen mekaanista rasitusta vastaan.

Liikuntasaumalaitteen valmistuksessa käytettävien aineiden tai tarvikkeiden tulee säilyttää toiminnalliset ominaisuutensa rakenteen käytön ajan.

Vaihdettavuus ja huollettavuus

Liikuntasaumalaitteen tulee olla rakenteeltaan yksinkertaisesti ja nopeasti huollettavissa ja vaihdettavissa useassa osassa. Toimenpiteet tulee tarvittaessa pystyä tekemään ns. lyhyillä liikennekatkoilla esim. yksi raide kerrallaan.

Toiminta sepeliesteenä

Poikittainen tai pitkittäinen liikuntasaumalaite, jolla ei ole vesitiiviysvaatimusta, varustetaan kuumasinkitystä tai ruostumattomasta teräksestä valmistetulla sepelisuojalevyllä. Suojalevyn tulee estää sepelin tippuminen saumarakoon. Suojalevy tulee kiinnittää tukevasti alustaansa irtoamisen estämiseksi.

7.2.2 Asennus**7.2.2.3 Liikuntasaumalaitteet**

- .5 Laitteen tukikaistat tehdään seuraavasti:

Liikuntasaumalaitteeseen asennusvaiheessa valettavaan tukikaistaan käytetään betonia, jonka lujuus on vähintään sama kuin siltakannen betonilla ellei suunnitelmassa ole toisin esitetty.

7.3 Laakerit ja nivelet**7.3.1 Yleiset laatuvaatimukset**

- .6 Sillan laakerit varustetaan pöllysuojilla, jos kansirakenne on avoin ja tukikerrokseton tai muuten altis pölyyntymiselle ja likaantumiselle. Pöllysuojan ulkopuolella tulee olla laakerin sijainnin osoittava viisari. Laakerin pöllysuoja tulee olla helposti avattavissa tai poistettavissa ilman erikoistyökaluja.

Kumilevylaakerit

- .101 Kumilevylaakereiden asennuksen yhteydessä tulee huomioida seuraavat rakenteet ellei suunnitelmassa ole toisin esitetty:

Mikäli sillan perustus on siirtymän salliva mastorakenne, asennetaan tukirakenteen ja kannen väliin kannen kiertymän salliva ja vaakakuormien rasitukset kestävä terästappirakenne.

Mikäli sillan perustus on siirtymätön, estetään suunnitteluohjeita suuremmat siltakannen poikittaiset liikkeet teräksisillä ohjauslaakereilla.

7.6 Suojalaitteet

7.6.1 Kaiteet ja johteet

7.6.1.2 Laatuvaatimukset

- .101 Rautatiesiltojen kaiteena käytetään kuumasinkittyä (SFS-EN ISO 1461 /26/ ja SFS 4449 /27/), teräksistä kaidetta, joka kiinnitetään siltaan kuumasinkityllä pulttikiinnityksellä. Kaiteen yläpinnan tulee olla paljasta metallia ja täyttää jäljempänä kohdan 7.7.102.4 alakohdan 7 vaatimus liitosten osalta.

Kaiteen ankkurointi-teräksenä voi olla kierretanko tai kiilapultti. Mikäli ankkurointiteräksenä käytetään kierretankoa, suojataan näkyviin jäävä katkaisukohta sinkkisilikaatti- tai sinkkipölymaalilla. Kierretanko kiinnitetään sementtilaasti- tai polymeerijuotoksella. Kiila-ankkurin kiinnitys varmistetaan polymeerijuotoksella.

- .102 Kaidelevityksiä tehtäessä kaide voidaan kiinnittää huoltokäytävän teräskonsolin päähän, ellei suunnitelmassa ole toisin esitetty.
- .103 Kaideverkko asennetaan siltaan, jonka alla on ajoneuvo- tai kevyen liikenteen väylä. Kaideverkon tulee ulottua koko kaiteen korkeudelle. Kaideverkon alareunan ja sillan reunapalkin tai huoltokäytävän ritilätason yläpinnan välinen rako saa olla korkeintaan 20 mm.
- .104 Kuumasinkityn teräksisen verkkokaiteen pintakäsittely tehdään polyesteripulveri-maalauksena. Maalikalvon paksuus tulee olla vähintään 80 µm. Maalaus-alustan esikäsittely voidaan tehdä vaihtoehtoisesti suihku-puhdistuksena SaS tai sinkki-fosfointina.
- .105 Radan suoja-aitaa voidaan jatkaa kaiteena sillan ylitse.
- .106 Vaakasuoran kosketussuojalipan kohdalle tiesillan kaiteeseen kiinnitettävän suojalevyn tai verkon laatuvaatimukset on esitetty kohdassa SYL 7.6.3.
- .105 Radan suoja-aitaa voidaan jatkaa kaiteena sillan ylitse.
- .106 Vaakasuoran kosketussuojalipan kohdalle tiesillan kaiteeseen kiinnitettävän suojalevyn tai verkon laatuvaatimukset on esitetty kohdassa SYL 7.6.3.

7.6.3 Muut suojalaitteet

.101 Kolhaisusuojat ja törmäyspalkit

Alikulkusiltojen ja alikäytävien siltakansien alanurkkiin asennetaan kolhaisusuojat. Kolhaisusuoja tehdään normaalipiirustuksen mukaan kuuma-sinkitystä teräksestä, jonka näkyviin jäävässä pinnassa tulee olla keltamustat 200 mm leveät huomioraidat. Huomioraidat voidaan tehdä itseliimautuvilla tarrakalvoilla tai pintakäsittelyllä. Pintakäsittelyn tulee sisältää vinyylipohjamaali ja akryyli-maali ja se tulee tehdä välittömästi kuuma-sinkityksen jälkeen. Molempien maalikerrosten kuivan kalvon paksuuden tulee olla vähintään 40 µm. Mikäli pintakäsittely tehdään myöhempanä ajankohtana, tulee sinkityn pinnan olla puhdas maalin tartunnan varmistamiseksi.

Mikäli kolhaisusuojaan ei tule huomioraitoja, tulee näkyviin jäävä teräspinta suojata likaantumiselta betonoinnin ajaksi. Mikäli kolhaisusuoja ei saada puhdistettua sementtiliiman valumista, käsitellään koko rakenne näkyvältä osuudeltaan sinkitylle teräspinnalle soveltuvalla harmaalla maalilla.

Mikäli kolhaisu- tai törmäyssuojana käytetään siltakannesta irti olevaa tai sillan ulkopuolelle sijoitettua teräksistä tai muuta materiaalia olevaa laitetta, kiinnitetään laite siten, että sen putoaminen alimenevälle väylälle törmäystilanteessa on estetty.

.102 Huoltokäytävät

Rautateiden huoltohenkilöitä varten sillan reunaan kiinnitetään teräsrakenteinen, kuumasinkitty ritilätaso, jonka teräskonsolin päähän kiinnitetään rautatiesillan kaide. Huoltokäytäviä tehdään etupäässä vanhojen siltojen kaidelevityksiä varten. Huoltokäytävät toteutetaan normaalipiirustussarjaa tai siltakohtaisia suunnitelmia käyttäen.

Huoltokäytävä ja kulmatukimuuri rakennetaan normaalipiirustussarjan mukaisesti, ellei suunnitelmassa ole toisin esitetty.

.103 Kosketussuojalipat ja -seinämät

Kosketussuojalippojen ja -seinämien rakentamisessa noudatetaan Tiehallinnon ohjetta Siltojen kosketussuojarakenteet /28/.

7.7 Muut varusteet ja laitteet

7.7.3 Tippuputket

- .7 Tippuputken laipan ja siltakannen liitoskohta tiivistetään polymeerilla SILKO-hyväksyttyjä /3/ tiivistys- tai imeytysaineita käyttäen. Rautatiesilloilla ei edellytetä tiivistysaineilta korkeiden lämpötilojen kestävyyttä.

7.7.4 Pintavesiputket

- .101 Mikäli raiteen tukikerros on soraa tai hienosepeliä, estetään tukikerros-materiaalin valuminen pintavesiputken säleikön läpi asentamalla $200 \times 200 \text{ mm}^2$:n haponkestävä verkko # 10 mm, lankapaksuus 0,9 mm sekä pala suodatinkangasta. Osat liimataan alustaan kumibitumilla.
- .102 Pintavesiputki jatketaan tuen seinämää pitkin alas haponkestävällä teräsputkella. Pintavesiputki asennetaan siten, että putkesta tuleva vesi ei roisku sillan tukirakenteisiin eikä syövytä sillan luiskarakenteita.
- .103 Pintavesiputken alle sillan luiskaan sijoitetaan kaivo, kivisilmä tai vastaava eroosiota kestävä rakenne, josta vesi johdetaan ojaan tai viemäriin.

7.7.6 Salaojat

- .101 Mikäli suojabetonisesta kansirakenteesta jätetään yksi tai useampi tippuputki pois ajoradan tai kevyen liikenteen väylän kohdalla, asennetaan tippuputkien välille vettä johtava salaoja. Salaoja tehdään salaojamatosta, jonka paksuus tulee olla vähintään 10 mm ja leveys 100 mm. Matto kääritään suodatinkankaaseen ja asennetaan valettavan suojabetonin sisään.

7.7.7 Kaapeliputket, -hyllyt ja kaapelikanavat

- .101 Rautatiesilloilla käytetään RHK:n hyväksymiä kaapelikanavaelementtejä. Reunapalkin päälle sijoitettava kaapelikanavaelementti ankkuroidaan reunapalkkiin vähintään kahdesta kohdasta ja elementtien saumat tiivistetään elastisella saumamassalla.
- .102 Kaukalopalkkisillassa voidaan käyttää radan tukikerrokseen sijoitettavaa teräksistä kuumasinkittyä kaapelikanavaelementtiä, ellei suunnitelmassa ole toisin esitetty.

7.7.101 Tukikerroksen katkaisulaite

- .1 Radan tukikerroksen katkaisulaitteen tarve sillan päissä on määritelty ohjeessa RAMO 8, osa Sillat /1/.

- .2 Katkaisulaitteesta laaditaan siltakohtainen suunnitelma.
- .3 Katkaisulaite mitoitetaan maanpaineelle (lepopaine) sekä 10 kN raiteen suuntaiselle vaakakuormalle, joka vaikuttaa ratapölkyn sivupinnan keskikohdan korkeudella. Suurin sallittu taipuma on 2 mm.
- .4 Katkaisulaitteen teräslaadun iskutkeysluokka tulee olla vähintään 32. Laitteen pintakäsittely voidaan toteuttaa vaihtoehtoisesti kuuma-sinkityksenä SYL 4.5.4 kohdan mukaan tai maalausjärjestelmällä TIEL 4.3, ellei suunnitelmassa ole toisin esitetty.
- .5 Katkaisulaitteen kumiosilla tulee olla erittäin hyvä säänkestävyys sekä hyvä öljynkestävyys, esim. kloropreenikumilevy.
- .6 Katkaisulaite tulee olla jälkiasennettava sekä nopeasti ja helposti vaihdettava esim. raide kerrallaan.
- .7 Katkaisulaitteen tulee olla yläreunastaan suljettu.
- .8 Katkaisulaitteen tulee sallia kiskonliikuntalaitteen esteetön toiminta.

7.7.102 Sillan maadoitus

7.7.102.1 Yleistä

- .1 Sähköistettyjen tai sähköistysohjelmassa olevien ratojen rautatie- ja ylikulkusillat maadoitetaan RHK:n ohjeiden mukaisesti noudattaen RSO:n osaa 8 Siltojen maadoituksen suunnitteluohje /29/.
- .2 Maadoitustyö tehdään rinnan muun siltarakentamisen kanssa. Maadoitus tehdään aina RHK:n tai sen valtuuttaman organisaation hyväksymän suunnitelman mukaisesti.
- .3 Työhön osallistuvien pätevyys on täytettävä RHK:n julkaisun Ratatyöntekijöiden pätevyysvaatimukset asettamat ehdot /2/.

7.7.102.2 Rakenteet ja materiaalit

- .1 Maadoituksessa on käytettävä hyväksyttyjä, tarkoitukseen ja rautatieympäristöön sopivia rakenneosia
- .3 Maadoituksessa on noudatettava yleisohjetta johdoista ja kaapeleista Ratahallintokeskuksen alueella, 1473/829/98, 14.1.1999 /30/.
- .4 Kaikkien näkyvien ja osittainkin suojaavassa betonipeitteessä sijaitsevien teräksisten maadoitusosien on oltava haponkestävää terästä EN 10088-3-1.4436 + D2 (AISI 316) /31/, ellei suunnitelmassa ole muuta esitetty. Muut maadoitusteräksset voivat olla terästä S235JR.

- .5 Maadoituskorvake, tartuntalevy tai vastaava osa on oltava haponkestävää tai kuumasinkittyä terästä (sinkitys: ks. Standardi SFS – EN ISO 1461 /26/).
- .6 Kuparijohtimen kaapelikenkä on oltava puristettava ja yleensä tinattua kuparia. Aluslevy on oltava haponkestävää tai kuumasinkittyä terästä sekä jousialuslevy haponkestävää tai kuumasinkittyä terästä.
- .7 Ruuvien on oltava haponkestävää tai kuumasinkittyä terästä, lujuusluokka vähintään 8.8 (sinkitys: ks. Standardi SFS 4449 /27/).
- .8 Suojaseinämien ja lippojen reunojen tulee olla maadoitettuja ja paljasta metallia.

7.7.102.3 Hitsaus

- .1 Maadoitusteräokset on oltava hitsattavia ja halkaisijaltaan vähintään 10 mm.
- .2 Betoniraidoitteiden maadoitusterästen jatkokset on tehtävä RSO 8:n mukaisesti.
- .3 Sillan maadoitusosien hitsausluokat määräytyvät sillan rakenneosien hitsausluokkien mukaan.
- .4 Kaikki hitsisaumat on tarkistettava silmämääräisesti eri rakenneosien edellyttämien tarkastusten lisäksi.

7.7.102.4 Sähköiset vaatimukset

- .1 Sillan maadoitettavaksi määrättyt pääosat on maadoitettava varmennetusti paluukiskoon (kahdella erillisellä johtimella).
- .2 Maadoitusjohdon on 25 mm² kupariköysi (SFS-EN 13602 /32/) ja yli 10 mm liikkuvien saumojen ylityksessä hienosäikeinen tinattu kuparijohdin (DIN 43138 /33/).
- .3 Kupariköysi ja kuparijohdin asennetaan aina, kun se on mahdollista, silta-rakenteeseen upotettuun putkeen.
- .4 Maadoituksen paluukiskoon liitäntämenetelmät on oltava RHK:n hyväksymiä.
- .5 Vahvavirtaliittimien on täytettävä standardin SFS 2663 /34/ vaatimukset.
- .6 Maadoitusten alumiiniliitosten on täytettävä standardien SFS 3737 /35/ ja SFS 3738 /36/ vaatimukset.

- .7 Maadoitusliitoksen on oltava metallinen ja puhdas eikä kosketuspintojen saa olla maalattuja eivätkä muovitettuja.
- .8 Jännitteen poislaukaisun varmistamiseksi vikatapauksissa on maalattujen rautatien ylittävien siltojen alareunoissa oltava metallinen kosketusluiska.
- .9 Ennen paluukiskoon liittämistä mitataan sekä sillan maadoitusimpedanssi eristysvastusmittauksena paluukiskoa vastaan että sillan sisäisen maadoitusverkon metallinen yhtenäisyys vastusmittauksena (SEM-pisteet). Mittaustulokset kirjataan käyttöönottopöytäkirjaan.
- .10 Paluukiskoon liittämisen jälkeen sähköalan ammattilainen mittaa maadoitusjohtimien metallisen yhtenäisyyden ja merkitsee mittauspisteet (SAM-pisteet) loppukuviin. Mittaustulokset kirjataan käyttöönottopöytäkirjaan.
- .11 Maadoitus liitetään paluukiskoon viivytyksettä ja tarvittaessa työvaiheittain.
- .12 Sähköistämättömällä rataosalla olevan sillan valmiiksi rakennettu maadoitus liitetään paluukiskoon sähköistyksen yhteydessä.
- .13 Työnaikaiset sillan osat ja muut rakenteet maadoitetaan ja kosketussuojataan tarpeellisessa määrin.
- .14 Sähkötekniisten vaatimusten lisäksi maadoitusten tulee täyttää muut niihin kohdistuvat vaatimukset, kuten asennettavuus, tarkastettavuus ja korjattavuus.
- .15 Ennen maadoitusjohtimen liittämistä paluukiskoon on varmistettava, mihin kiskoon tai kiskoihin silta on maadoitettava, vai sallivatko raidevirtapiirit ja sillan maadoitusvastus lainkaan sillan maadoittamista suoraan paluukiskoon. Vaihtoehtona on sillan maadoittaminen (mahdollisesti myöhemmin tulevan) M-johtimen tai impedanssisillan kautta.

7.7.102.5 Maadoituksen tarkastus

- .1 Maadoitus on voitava helposti tarkastaa sillan rakentamistyön aikana työvaiheittain.
- .2 Maadoitusterästen liitoskohdat merkitään selvästi työmaalla esim. keltaisella maalilla.
- .3 Maadoitusliitoksen on oltava tarkastettavissa, mutta se ei saa sijaita liian näkyvällä tai vaurioalttiilla paikalla.

7.7.102.6 Dokumentointi

- .1 Valmistuneen sillan maadoituksesta laaditaan toteumapiirustus, joka arkistoidaan RHK:n määrämällä tavalla.
- .2 Maadoitettavista osista laaditaan, jos tilaaja vaatii, luettelo suunnitelman liitteeksi.
- .3 Mittauspöytäkirjat toimitetaan tilaajalle.

7.7.102.7 Ohjeista poikkeaminen

- .1 Voimassa olevista maadoituksen suunnittelu- ym. ohjeista poiketaan vain RHK:n luvalla.

VIITTEET

- /1/ Ratatekniset määräykset ja ohjeet (RAMO). Helsinki, Ratahallintokeskus.
- Osa 3 Radan rakenne
- Osa 8 Sillat
- Osa 15 Radan kunnossapito
sekä muut osat soveltaen.
- /2/ Ratatyöntekijöiden pätevyysvaatimukset. Helsinki 2003. Ratahallintokeskuksen julkaisu D 12.
- /3/ Siltojen korjausohjeet (SILKO). TIEL 223220-223223.
- /4/ Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset (RMYTL). Helsinki. Ratahallintokeskus.
- Osa 1 Yleinen osa
- Osa 2 Alustavat työt
- Osa 3 Perustamis- ja vahvistamistyöt
- Osa 4 Kuivatustyöt
- Osa 5 Maaleikkaus- ja pengerrystyöt
- Osa 6 Kalliorakennustyöt
- Osa 8 Alitukset
sekä muut osat soveltaen.
- /5/ Junaturvallisuussääntö. Jt. Helsinki 2005. Ratahallintokeskus.
- /6/ Sähköratamääräykset. Helsinki 2001. Ratahallintokeskuksen julkaisu B5.
- /7/ Työntekijöiden turvaaminen liikenteenalaisilla radoilla suoritettavissa radanpitotöissä (VR 5223). 1991. Menettelyohje. Oy VR-Rata Ab.
- /8/ Rakennuskaivanto-ohje, RIL 181–1989. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y. Helsinki 1989.
- /9/ Tuettujen kaivantojen suunnittelu, rakentaminen ja rakentamisen valvonta rautatiealueiden kaivantotöissä. 1993. VR Ratayksikkö, georyhmä.
- /10/ Louhintatöiden sallitut tärinäarvot sähköistetyllä radalla. 1994. VR Ratayksikkö, georyhmä.
- /11/ Siltapaalujen laadunvarmistus iskuaaltomittauksella. 1994. VR Ratayksikkö, georyhmä.
- /12/ Teräsputkipaalut rautatiesilloissa, Oy VR-Rata Ab, Suunnitteluosasto.
- /13/ Porapaalutusohje, Tiehallinto, Siltayksikkö. TIEH 2000002-01.

- /14/ Suurpaalutusohje 2001, SPO-2001. RIL 212–2001. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto r.y. ja Suomen Geoteknillinen Yhdistys r.y. Helsinki 2001
- /15/ Teräsputkipaalut. Tiehallinto, Siltayksikkö. Helsinki 1999. TIEL 2173448–99.
- /16/ Betonirakenteiden pinnat. by 40–2003. Helsinki. Suomen Betoniyhdistys r.y.
- /17/ Jälkihoitojäämien toteaminen betonin pinnasta, VTT TEST 375–93.
- /18/ Jälkihoito-opas. 1995. VTT.
- /19/ Ruiskubetoniohjeet. by 29–1993. Helsinki. Suomen Betoniyhdistys r.y.
- /20/ Betonirakenteiden korjausohjeet. by 41–1996. Helsinki. Suomen Betoniyhdistys r.y.
- /21/ SFS-EN ISO 15607. 2004. Hitsausohjeet ja niiden hyväksyntä metalleille. Yleisohjeet. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 31 s.
- /22/ SFS-EN 970. 1997. Hitsien rikkomaton aineenkoestus. Sulahitsausliitosten silmämääräinen tarkastus. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 20 s.
- /23/ Ratahallintokeskuksen hyväksymät aineet ja kemikaalit 371/739/00. Helsinki 2000. Ratahallintokeskus.
- /24/ Suomen Rakentamismääräyskokoelma, B10 Puurakenteet, ohjeet. Helsinki 2001. Ympäristöministeriö.
- /25/ Sillanrakentamisen valvontaohje - SVO. Helsinki 1993. TIEH 2220001.
- /26/ SFS-EN ISO 1461. Teräs- ja valurautatuotteiden kuumasinkkipinnoitteet kappaletavaroille. Erittelyt ja koestusmenetelmät. 1999. Suomen Standardisoimisliitto. 28 s.
- /27/ SFS 4449. Metallien pinnoitteet. Kierteitettyjen teräskappaleiden kuumasinkitys. 1979. Suomen Standardisoimisliitto. 5 s.
- /28/ Siltojen kosketussuojarakenteet. Tiehallinto 2001.
- /29/ Rautatiesiltojen suunnitteluohjeet (RSO), Helsinki, Ratahallintokeskus
 - osa 5 Sillan rakentaminen liikennöidylle raiteelle
 - osa 8 Siltojen maadoituksen suunnitteluohjesekä muut osat soveltaen.

- /30/ Yleisohje johdoista ja kaapeleista Ratahallintokeskuksen alueella, 2004. Helsinki. Ratahallintokeskus
- /31/ SFS-EN 10088-3. 2005 Ruostumattomat teräkset. Osa 3: Yleiseen käyttöön tarkoitetut korroosionkestävät tangot, valssilangat, langat, profiilit, kirkkaat tuotteet ja valmisteet. Tekniset toimitusehdot. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 2. painos
- /32/ SFS-EN 13602. 2002. Kupari ja kupariseokset. Sähköjohtimissa käytettävä vedetty pyöreä kuparilanka. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 38 s. (Korvannut SFS 3819 8.11.2002)
- /33/ DIN 43138, 9/1980. Flexible cables for overhead equipment and return current, Deutsches Institut für Normung e.V.
- /34/ SFS 2663. 1975. Vahvavirtaliittimien rakenne ja koestus. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 13 s.
- /35/ SFS 3737. 1988. Sähkötekniikan ruuviliitokset. Lautasaluslaatta. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 2 s.
- /36/ SFS 3738. 1976. Aluslaatta alumiiniliitoksia varten. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto. 2 s.

RADAN LÄHELLÄ TEHTÄVIEN MAA-, POHJA- JA KALLIORAKENNUSTÖIDEN TYÖTURVALLISUUS-SUUNNITELMASSA HUOMIOITAVAT ASIAT

Yleistä

Maa-, pohja- ja kalliorakennustöissä käytetään työkoneita, joiden liikkuminen/kääntyminen tai kaatuminen voi aiheuttaa vaaran työntekijöille, muille työalueella tai sen läheisyydessä liikkuville ihmisille sekä juna- tai ajoneuvoliikenteelle.

Samanlainen vaara voi syntyä, mikäli työkoneiden käsittelemä rakennustarvike/taakka irtoaa, putoaa tai kaatuu. Tyypillinen tällaisen vaaran potentiaalinen aiheuttaja on esim. pystyyn nostettu paalu tai pontti.

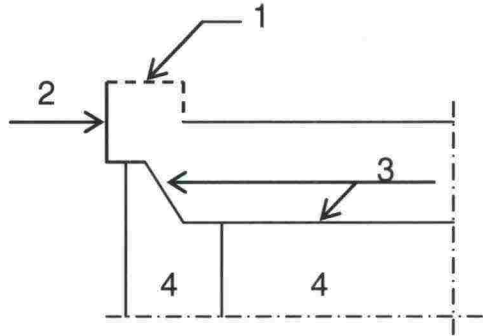
Louhintatöissä vaara voi aiheutua räjäytysaineiden käsittelystä tai räjäytystyön aiheuttamasta kivien ja lohkareiden sinkoilusta. Tähän vaaraan varautuminen käsitellään räjäytys- ja louhintatyön turvallisuus-suunnitelmassa.

Tässä yhteydessä ei käsitellä sähköistetystä radasta/ratalaitteista aiheutuvia turvallisuusasioita, vaan ne huomioidaan työkohteen työ-turvallisuussuunnitelmassa.

Mahdolliset vaaraa aiheuttavat työkoneet/työvaiheet

| Työkone | Vaaran aiheuttaja |
|---|---|
| Paalutuskone | Paalun tai pontin irtoaminen/kaatuminen Paalutuskoneen liikkuminen/kääntyminen/kaatuminen |
| Nosturi | Taakan putoaminen Nosturin liikkuminen/kaatuminen |
| Kaivinkone | Kaivinkoneen liikkuminen/kääntyminen/kaatuminen |
| Muut työkohteessa käytettävät koneet/ajoneuvot | Koneiden liikkuminen/kaatuminen |

UUSIEN BETONIRAKENTEIDEN PINNOITUSTYYPIT



| Rakenne ja pinnoitusvaihe | Menetelmä |
|--|---|
| 1. Reunapalkin ylä- ja sisäpinta, halkeilualtis rakenne 1.1 Sementtipohjainen, halkeamat silloittava pinnoitus - sementtiliiman poisto - pinnan esikostutus - pinnoitus 1.2 Käsilevitteinen polyuretaani-elastomeeri - sementtiliiman poisto - ylitasoitus 2–3 mm - pohjustus - elastinen vedeneriste | hiekkapuhallus vesi elastinen sementtipinnoite 2 x 1 mm hiekkapuhallus polymeeripitoinen tasoituslaasti polyuretaanipohjuste, 1 sively polyuretaanielastomeeri, 2 x (n.1000 µm) |
| 2 Reunapalkin sivu- ja alapinta, halkeilualtis rakenne, ei töherryssalttiutta - sementtiliiman poisto - ylitasoitus 2–3 mm - maalaus suojapinnoitteella | hiekkapuhallus polymeeripitoinen tasoituslaasti elastinen akryyliimaali 3 x (n. 400 µm) |
| 3 Kannen alapinta, kannen sivupinta, ei töherryssalttiutta - sementtiliiman poisto - ylitasoitus 2–3 mm - maalaus suojapinnoitteella | hiekkapuhallus polymeeripitoinen tasoituslaasti elastinen akryyliimaali 2 x (n. 300 µm) |
| 4 Etumuuri, siipimuurit, pilarit, pystyseinät 4.1 Ei suolarasitusta, ei töherryssalttiutta - sementtiliiman poisto - ylitasoitus 2–3 mm - maalaus suojapinnoitteella 4.2 Ei suolarasitusta tai suolarasitettu, töherryssaltis - sementtiliiman poisto - ylitasoitus 2–3 mm - pohjustus - maalaus - töherryssuojausmaalaus | hiekkapuhallus polymeeripitoinen tasoituslaasti elastinen akryyliimaali 2 x (n. 300 µm) hiekkapuhallus polymeeripitoinen tasoituslaasti polyuretaanipohjuste polyuretaanipinnoite teflonpinnoite |

RATAHALLINTOKESKUS

RAUTATIESILTOJEN SUOSITELTAVAT MAALAUSJÄRJESTELMÄT
KÄYTTÖKOhteittain

Teräsiltojen ja siltamaisten erikoisrakenteiden maalausjärjestelmät
ilmastollisessa rasituksessa.

| Rakenneosa | Kaikki rasitusluokat | |
|--|--|--|
| | Uudismaalaus | Huoltomaalaus |
| Rautatiesillat, jotka on aiemmin maalattu alkydi-maaleilla | | Uudelleenmaalauksessa käytetään TIEL 4.9 kun saavutetaan esikäsittelyaste Sa2½ |
| Rautatiesillat varusteineen. Rautatiesillat maantiesiltojen yhteydessä. | TIEL 4.12 | TIEL 4.12, TIEL 4.9 |
| Apusiltakalusto ja väli-aikaiset siltarakenteet. Kääntöpöydät ja nosturit ulkona. | TIEL 4.2 | TIEL 4.2 tai TIEL 4.9 |
| Kuumasinkityt verkkomaiset kaiteet ja runkorakenteet sekä muut verkkomaiset rakenteet. | RHK 5.1 polyesterijauhemaalaus, 80/1-FeZnSaS, maalintoimittajan erillisen ohjeen mukaisesti | RHK 5.1 polyesterijauhemaalaus, 80/1-FeZnSaS, maalintoimittajan erillisen ohjeen mukaisesti |
| Kuumasinkityt laiturikatokset ja erikoiskaiteet. | TIEL 4.12 | TIEL 4.12 |
| Kuumasinkittyjen aalto-putkien ja teräspankkipaalujen lisäsuojaus. | RHK 5.2 CTE 250/2-FeZnSaS | RHK 5.2 CTE 250/2-FeZnSaS |
| Rautatiesiltojen teräskaukalot | RHK 5.3 PUR-elastomeeri 4 mm - Fe Sa2½ | RHK 5.3 PUR-elastomeeri 4 mm - Fe Sa2½ |
| Rautatiesiltojen puurata-pölkkyjen ja teräsrakenteen kosketuspinta. | RHK 5.4 ESIZn(R)60/1 - FeSa Sa2½ | RHK 5.4 ESIZn(R)60/1 - FeSa Sa2½ |
| Ruiskusinkittyjen teräsrakenteiden lisäsuojaus. | TIEL 4.21 tai TIEL 4.22 | TIEL 4.21 tai TIEL 4.22 |

Korjausmaalaus tehdään alkuperäisen maalausjärjestelmän mukaan.

Huoltomaalaus tehdään alkuperäisen maalausjärjestelmän mukaan edellyttäen, että saavutetaan kyseisen maalausjärjestelmän vaatima esikäsittelyaste.

Mikäli alkuperäisen maalausjärjestelmän vaatimaa esikäsittelyastetta ei saavuteta, käytetään edellä olevassa taulukossa esitettyjä vaihtoehtoisia maalausjärjestelmiä. Tällöin tehdään kyseistä huoltomaalaustyötä varten erillinen työseloste.

Rautatiesiltojen yleiset laatuvaatimukset SYL-R

RATAHALLINTOKESKUS

PINTAKÄSITTELYN LAATURAPORTTI

Yhteenveto liitteenä olevasta
kelpoisuusaineistosta

| |
|-------------|
| Työkohde |
| Tilaaja |
| Urakoitsija |

LAATURAPORTIN LIITTEET:

| | |
|--|-----|
| Pintakäsittelysuunnitelma | pvm |
| Työ- ja työvaihekohtainen laatusuunnitelma | pvm |
| Tekninen työsuunnitelma | pvm |

Työalueen pintakäsittelyn seurantakortteja
- poikkeamaraportit; korjatut kohteet
- poikkeamaraportit; johtavat arvovähennyksiin
- poikkeamaraportit; kohdetta seurataan takuuaikana

| Täyttää vaatimukset | Ei täytä vaatimuksia |
|---------------------|----------------------|
| Kpl | |

Silmämääräisen tarkastuksen ja kalvonpaksuuden mittauksen pöytäkirjoja
- poikkeamaraportit; korjatut kohteet
- poikkeamaraportit; johtavat arvovähennyksiin
- poikkeamaraportit; kohdetta seurataan takuuaikana

| | |
|-----|--|
| Kpl | |
|-----|--|

Tartuntamittauksen pöytäkirjoja
- poikkeamaraportit; korjatut kohteet
- poikkeamaraportit; johtavat arvovähennyksiin
- poikkeamaraportit; kohdetta seurataan takuuaikana

| | |
|-----|--|
| Kpl | |
|-----|--|

Poikkeamaraportteja yhteensä
- poikkeamista, jotka on jo korjattu
- poikkeamista, jotka johtavat arvovähennyksiin
- poikkeamista, joita seurataan takuuaikana

| | |
|-----|--|
| Kpl | |
|-----|--|

| | |
|----------------------------|---------|
| Urakoitsijan allekirjoitus | Päiväys |
| Nimen selvennys | |

Rautatiesiltojen yleiset laatuvaatimukset SYL-R

RATAHALLINTOKESKUS

PINTAKÄSITTELYN LAATURAPORTTI
Kelpoisuuden yhteenveto

| |
|-------------|
| Työkohde |
| Tilaaja |
| Urakoitsija |

| | |
|--|--------------------|
| <input type="checkbox"/> uudismaalaus | Maalin toimittaja |
| <input type="checkbox"/> kunnossapitomaalaus | Maalausjärjestelmä |

KELPOISUUDEN YHTEENVETO

| | |
|--|--|
| Terästyön laatuaste | <input type="checkbox"/> Täyttää vaatimukset <input type="checkbox"/> Poikkeamaraportit nro |
| Pinnan puhdistus | <input type="checkbox"/> Täyttää vaatimukset <input type="checkbox"/> Poikkeamaraportit nro |
| Työolosuhteet | <input type="checkbox"/> Täyttää vaatimukset <input type="checkbox"/> Poikkeamaraportit nro |
| Maalattu pinta silmämääräisesti arvioituna | <input type="checkbox"/> Täyttää vaatimukset <input type="checkbox"/> Poikkeamaraportit nro |
| Kuivakalvon paksuus | <input type="checkbox"/> Täyttää vaatimukset <input type="checkbox"/> Poikkeamaraportit nro |
| Maalikalvon tartunta | <input type="checkbox"/> Täyttää vaatimukset <input type="checkbox"/> Poikkeamaraportit nro |

| | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Pintakäsittely tehty sopimuksen mukaisesti | <input type="checkbox"/> Poikkeamaraporteissa kuvatut virheet korjattu |
| <input type="checkbox"/> Pintakäsittelytyöt tehty sopimuksen mukaisesti lukuun ottamatta poikkeamaraporteissa kuvattuja töitä, joista on peritty arvonnähennystä euroa. | |
| <input type="checkbox"/> Pintakäsittelytyöt tehty sopimuksen mukaisesti lukuun ottamatta poikkeamaraporteissa kuvattuja töitä, joita seurataan takuuaikana. | |

| | |
|----------------------------|---------|
| Urakoitsijan allekirjoitus | Päiväys |
| Nimen selvennys | |

| | |
|------------------------|---------|
| Tilaajan allekirjoitus | Päiväys |
| Nimen selvennys | |

RATAHALLINTOKESKUS TYÖALUEEN NRO _____ PINTAKÄSITTELYN SEURANTAKORTTI

| Työkohta | | Urakoitsija | | | | | | | | | | | | Työn- tekijän kuittaus | Huomautukset (esim. käytetty pesuaine, raemateriaali yms. vastaavat tiedot) | | | | | |
|------------|------------------------|-----------------------|---------------|-----------------------------------|----------------|-----------------------------------|--|------|--------|-----------------|--------------|------------------|------------------|------------------------------|--|--------------|------------------|---|---------------|-----------|
| Toimenpide | Ajankohta Pvm / klo | Olosuhteet | | | | | Esikäsittely | | | | Maalaustyö | | | | | | | | | |
| | | Ilmanlämpö C° | Pintalämpö C° | Ilman suhteellinen kosteus RH% | Kaste piste C° | Suolapitoisuuden mittaus µg/m² | Terästyön laatus- teen parantaminen | Pesu | Hionta | Suihkupuhdistus | Pohjamaalaus | Välimaa- laus | Välimaa- laus | Pintamaalaus | Kittaus | Pintamaalaus | Vahvennusmaalaus | Vaikkeasti maalatta- vien koht.maalaus | Sively/telaus | Ruiskutus |
| | Al. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Lop. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Al. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Lop. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Al. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Lop. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Al. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Lop. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Al. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Lop. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Al. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Lop. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Al. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Lop. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Al. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Lop. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Poikkeamaraportti nro | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Tuotenimi | Muoviosa/valm.nro | Kovete/valm.nro | Ohenne/valm.nro |
|-----------|-------------------|-----------------|-----------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| Urakoitsijan työnjohtaja | | Päiväys |
|--------------------------|--|---------|
| Nimen selvennys | | |

RATAHALLINTOKESKUS

SILMÄMÄÄRÄISEN TARKASTUKSEN JA
KALVONPAKSUUSMITTAUKSEN
PÖYTÄKIRJA

| | |
|----------|-------------|
| Työkohta | Urakoitsija |
|----------|-------------|

| | | | |
|-------------------|--|-----------------|--|
| Tarkastusalue nro | | = työalueet nro | |
| Tarkastusalue nro | | = työalueet nro | |
| Tarkastusalue nro | | = työalueet nro | |
| Tarkastusalue nro | | = työalueet nro | |
| Tarkastusalue nro | | = työalueet nro | |
| Tarkastusalue nro | | = työalueet nro | |
| Tarkastusalue nro | | = työalueet nro | |

Silmämääräisen tarkastuksen havainnot valmiin maalikalvon virheistä kirjataan tarkastusalueittain samanaikaisesti kalvonpaksuusmittausten yhteydessä.

| Silmämääräinen tarkastus | | Tarkastusalueen nro | | | | | |
|--------------------------|-------------|---------------------|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | |
| Värisävy | Hyväksytty | | | | | | |
| | Korjattava | | | | | | |
| Kiiltoaste | Hyväksytty | | | | | | |
| | Korjattava | | | | | | |
| Rypistyminen | Ei havaittu | | | | | | |
| | Korjattava | | | | | | |
| Valuminen | Ei havaittu | | | | | | |
| | Korjattava | | | | | | |
| Karhea pinta | Ei havaittu | | | | | | |
| | Korjattava | | | | | | |
| Huokoinen pinta | Ei havaittu | | | | | | |
| | Korjattava | | | | | | |
| Kuplinut pinta | Ei havaittu | | | | | | |
| | Korjattava | | | | | | |
| Halkeilu | Ei havaittu | | | | | | |
| | Korjattava | | | | | | |
| Maalaamaton alue | Ei havaittu | | | | | | |
| | Korjattava | | | | | | |
| Muut | Ei havaittu | | | | | | |
| | Korjattava | | | | | | |

- ☐ Tulokset täyttävät asetetut vaatimukset
- ☐ Havaitut virheet korjattu
- ☐ Tulokset täyttävät asetetut vaatimukset lukuun ottamatta tarkastusalueita nro _____, joista on tehty poikkeamaraportit nro _____.

| | |
|---------------------|-----|
| Tarkastuksen tekijä | |
| Nimen selvennys | pvm |

- Kalvonpaksuuden mittaus
- ☐ Pohjamaalaus, nimelliskalvonpaksuus _____µm
- ☐ Valmis maalikalvo, nimelliskalvonpaksuus _____µm

| Mittausalue | Kalvonpaksuus µm | | Tarkastusalue / vertailualue nro | | | | | |
|------------------|------------------|--|----------------------------------|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | |
| Tulosten ka. µm | | | | | | | | |
| Tulosten min. µm | | | | | | | | |
| Tulosten max µm | | | | | | | | |

- ☐ Tulokset täyttävät asetetut vaatimukset
- ☐ Tulokset täyttävät asetetut vaatimukset lukuun ottamatta tarkastusalueita nro _____, joista on tehty poikkeamaraportit nro _____.

| | |
|---------------------|-----|
| Tarkastuksen tekijä | |
| Nimen selvennys | pvm |

RATAHALLINTOKESKUS

TARTUNTAMITTAUKSEN PÖYTÄKIRJA

| | |
|-----------|-------------------------------|
| I yökohde | I arkastusalue / vertailualue |
|-----------|-------------------------------|

TARTUNTAMITTAUKSIEN TULOKSET

Mittausten määrä: Vetokokeita tehdään 6 kpl jokaista alkavaa 50 vertailualueetta kohden.

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------------------|--------------------|--------------------------------|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|--|--|
| Alusta / esikäsittely Maalit kerroksittain, tyyppi ja värisävy | A | | | | | | | | | | | | | | | |
| | B | | | | | | | | | | | | | | | |
| | C | | | | | | | | | | | | | | | |
| | D | | | | | | | | | | | | | | | |
| | E | | | | | | | | | | | | | | | |
| | F | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Liima, tyyppi ja tuotenimi Vetolaite, merkki ja tyyppinumero | Y | | | | | | | | | | | | | | |
| Vetonopeus, mm/min tai vetotapa | | Napin halkaisija, mm | | Liiman kuivumisaika, h | | | | | | | | | | | | |
| Ilman lämpötila °C | | Pinnan lämpötila °C | | Ilman suhteellinen kosteus RH% | | | | | | | | | | | | |
| Napin nro | Mittalaite-lukema | Tartunta (N/mm²) | Irtoamistyyppi / % | | | | | | | | | | | | Keskim. Kalvonpaksuus napin ympärillä (µm) 5 lukemaa | |
| | | | A | A/B | B | B/C | C | C/D | D | D/E | E | E/F | F | F/Y | Y | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | |
|--|---|-----------------------|
| Tartunnan keskiarvo vertailualueella N/mm² | | |
| <input type="checkbox"/> Tulos hyväksytty | <input type="checkbox"/> Tulos ei vastaa vaatimusta | Poikkeamaraportti nro |

| | |
|-------------------|---------|
| Mittauksen tekijä | Päiväys |
| Nimen selvennys | |

RATAHALLINTOKESKUKSEN JULKAISUJA D-SARJASSA

- D 1 Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset (RMYTL)
Osa 6 Kalliorakennustyöt
- D 2 Ratatyöntekijöiden pätevyysvaatimukset (korvattu C 1 -julkaisulla)
- D 3 Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset (RMYTL)
Osa 4 Kuivatustyöt
- D 4 Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset (RMYTL)
Osa 3 Perustamis- ja vahvistamistyöt
- D 5 Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset (RMYTL)
Osa 5 Maaleikkaus- ja pengerrystyöt
- D 6 Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset (RMYTL)
Osa 2 Alustavat työt
- D 7 Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset (RMYTL)
Osa 1 Yleinen osa
- D 8 Päälysrakennetöiden yleiset laatuvaatimukset (PYL), Osa 2 Raidetyöt
- D 9 Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset (RMYTL)
Osa 8 Alitukset
- D 10 Rautatien maarakennustöiden yleinen työselitys ja laatuvaatimukset (RMYTL)
Osa 9 Pylväsperustukset
- D 11 Raideseppelin tekniset toimitusehdot
- D 12 Ratatyöntekijöiden pätevyysvaatimukset (korvattu Ratatyön kelpoisuusvaatimukset
-määräyksellä 304/623/06)
- D 13 Rautatiesiltojen yleiset laatuvaatimukset (SYL-R) (korvattu D 17 -julkaisulla)
- D 14 Johtoteiden yleinen työselitys
- D 15 Geodeettiset mittaustyöt
- D 16 Päälysrakennetöiden yleinen työselitys



**RATAHALLINTOKESKUS
BANFÖRVALTNINGSCENTRALEN**

Julkaisija:
Ratahallintokeskus
Keskuskatu 8, PL 185, 00101 Helsinki
puh. (09) 5840 5111, fax (09) 5840 5100
www.rhk.fi

ISBN 952-445-130-1
ISSN 1456-1220